

# 性能测试

--性能测试工具LoadRunner使用—Controller使用

# 内容回顾

---

## ■ 参数化中多个参数设置

- 参数列表指向同一个文件
- 按列名称读取
- 参数读取方式，第一个参数设置如之前，第二个参数设置：

**same line as XXX**

## ■ 参数产生方式

## ■ 哪些可以参数化

# 内容回顾

## ■ 视图方式

## ■ Test Result的使用

## ■ 关联

### — 什么是关联

- 脚本回放过程中，客户端发出请求，通过一些规则，在服务器所响应的内容中查找，得到相应的值，以参数的形式替换录制时的静态值，从而向服务器发出正确的请求，这种动态获得服务器响应内容的方法被称作关联

# 内容回顾

## — 什么时候用关联

- 当脚本中的数据每次回放都发生变化时，并且这个动态数据在后面的请求中需要发送给服务器，那么这个内容需要通过关联来询问服务器，获得该数据的变化结果

## — 关联怎样使用

- 关联函数：web\_reg\_save\_param()
- 通过关联函数将动态值存入某个参数中，然后用该参数替换后面的请求中用到的该参数

# 内容回顾

## ■ 关联使用步骤

- 录制两遍测试脚本
- 通过比较工具比较其中的不同，找到变化的值，并判断是否需要关联
- 在日志中查找需要关联的变量左右边界
- 在变量所在的请求前插入关联函数，并填写好其左右边界
- 将脚本中动态数据换成变量名
- 验证

# 内容回顾

## ■ 事务

- 事务：模拟用户完整的，有意义的业务操作过程
- 什么情况使用事务
  - 查看事务响应时间
  - 事务时间包含哪些时间：函数自身、think time、waste time、网络延迟、Web Server、APP Server、DB Server等
  - 怎样使用事务：插入事务开始和结束的函数
  - 注意：开始和结束事务函数必须成对出现；事务名称必须一致

# 内容回顾

## ■ 检查点

- 定义：检查服务器返回的页面是否正确
- 为什么使用检查点
- 怎样使用检查点
  - `web_find()`：（放待查找内容后）
  - `web_reg_find()`（放待查找内容前）
  - 插入判断语句，判断事务是成功还是失败

# 目录

---

- Controller简介
- 场景设计
- 多机负载
- 资源监控



# Controller综述

## ■ Controller的作用？

- 设计场景（并发用户的设置）
- 运行场景（分发模拟）
- 监控场景（服务器的资源）

## ■ 什么是场景？

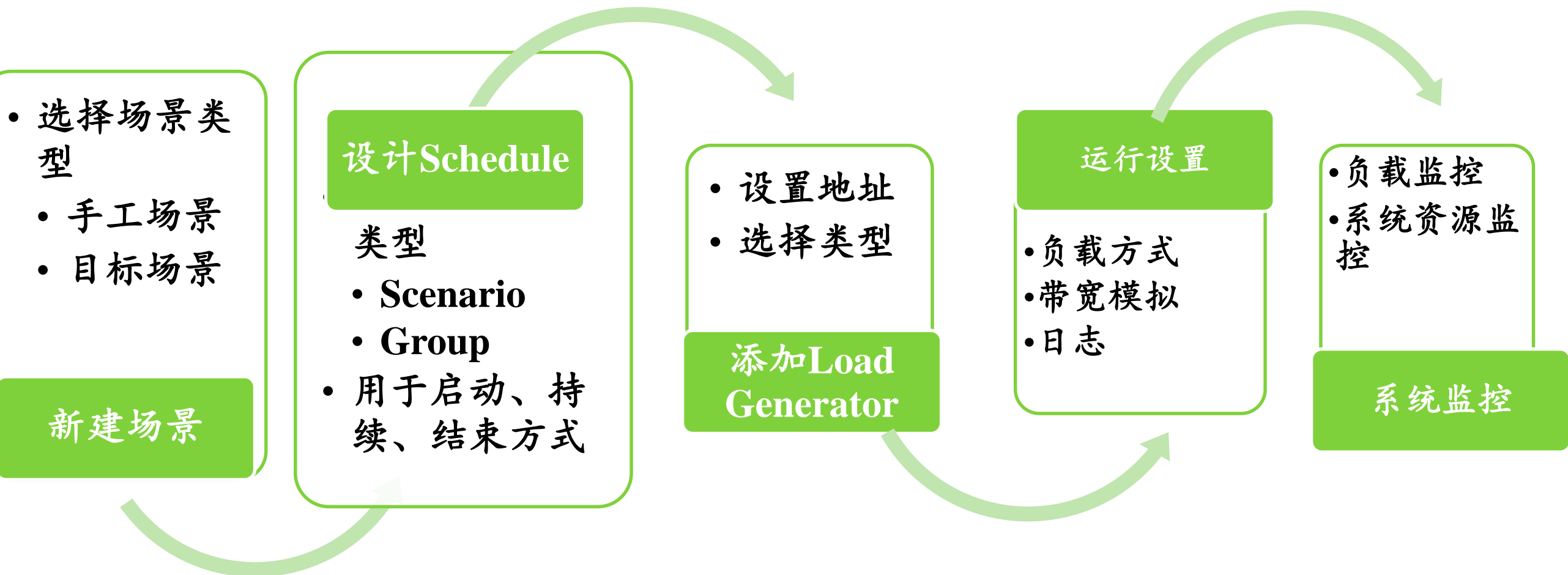
- 场景主要用来模拟真实世界的用户是如何产生压力的
- 谁？——时间？——地点？——做什么？——怎么做？
- Vuser、场景开始时间、Load Generator、脚本、脚本加载运行方式

# 目录

---

- Controller简介
- 场景设计
- 多机负载
- 资源监控

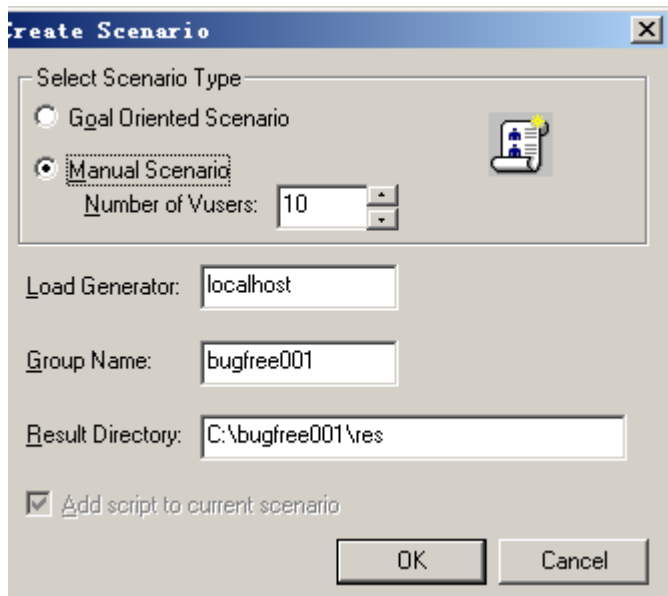
# 设计场景流程



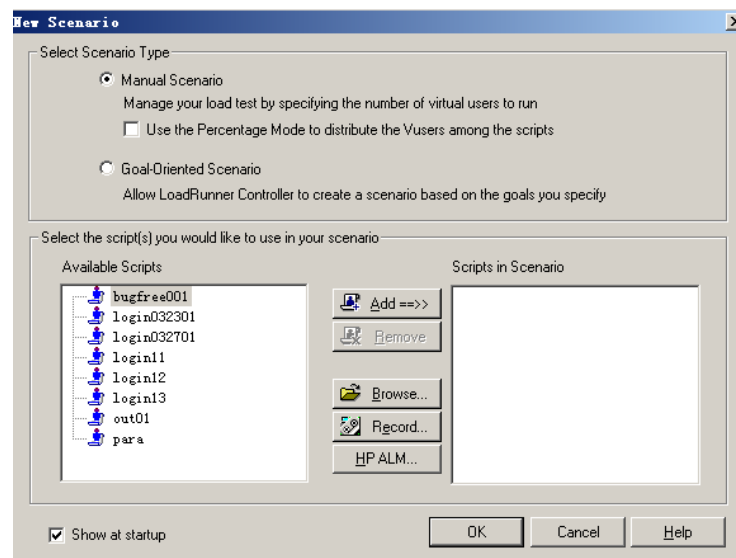
# 新建场景窗口介绍

## ■ 启动Controller

- VuGen -> 工具->创建控制器场景
- 开始->HP LoadRunner->Applications->Controller
- 开始->HP LoadRunner->LoadRunner->Run Load Tests



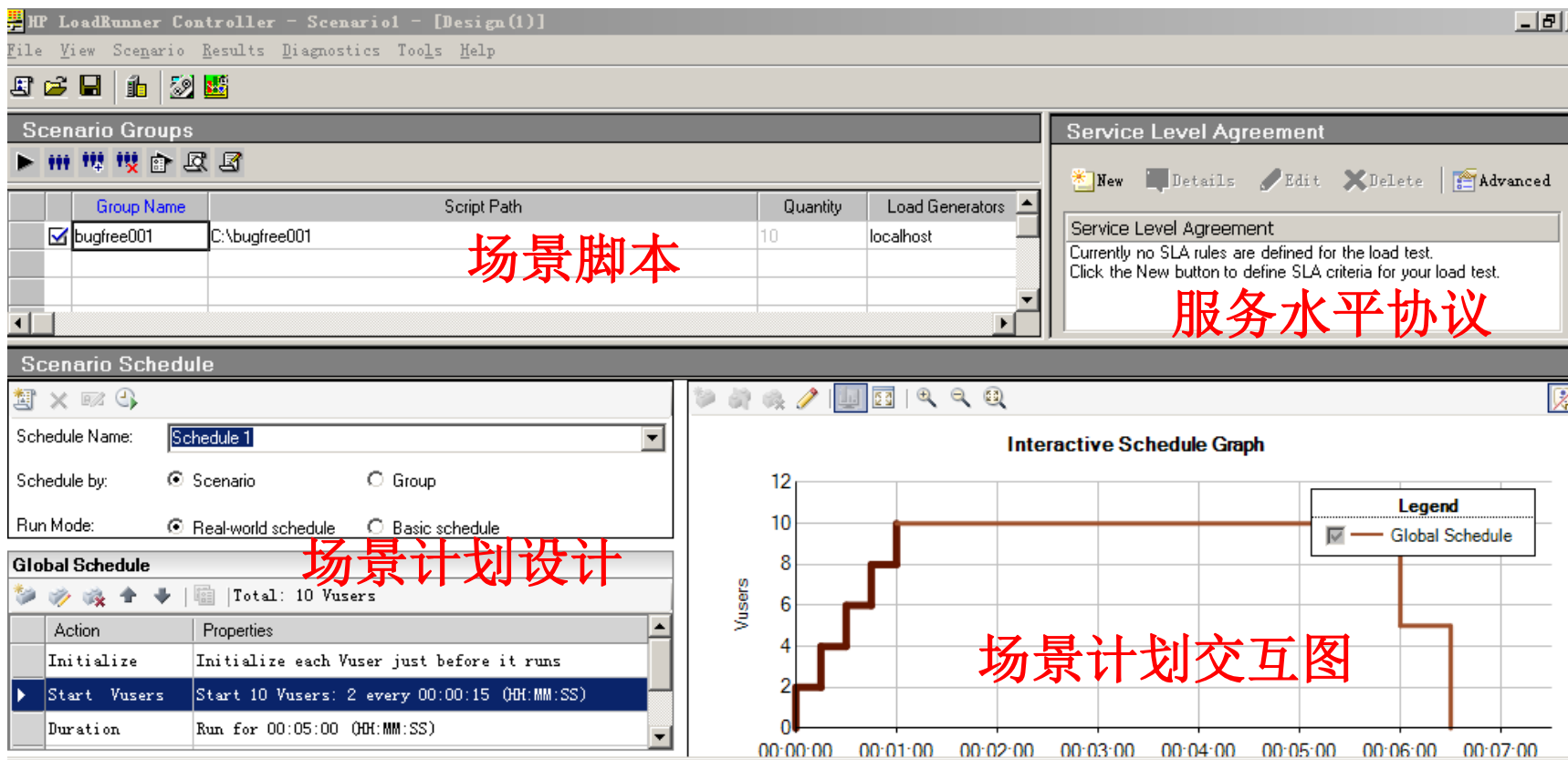
VuGen中创建场景



Controller中创建场景

# Controller设计窗口概述

- 场景设计主要包括对测试脚本、Generator、Schedule、集合点、综合参数等进行设置



The screenshot displays the HP LoadRunner Controller interface for Scenario1. The main window is divided into several sections:

- Scenario Groups:** A table listing groups and their configurations.
- Service Level Agreement:** A panel for defining SLA rules.
- Scenario Schedule:** A panel for configuring the test schedule.
- Interactive Schedule Graph:** A graph showing the number of users over time.

Red text annotations highlight specific features:

- 场景脚本 (Scenario Script):** Points to the 'bugfree001' group in the Scenario Groups table.
- 服务水平协议 (Service Level Agreement):** Points to the Service Level Agreement panel.
- 场景计划设计 (Scenario Schedule Design):** Points to the Scenario Schedule panel.
- 场景计划交互图 (Scenario Schedule Interactive Graph):** Points to the Interactive Schedule Graph.

Group Name	Script Path	Quantity	Load Generators
bugfree001	C:\bugfree001	10	localhost

Action	Properties
Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
Start Vusers	Start 10 Vusers: 2 every 00:00:15 (HH:MM:SS)
Duration	Run for 00:05:00 (HH:MM:SS)

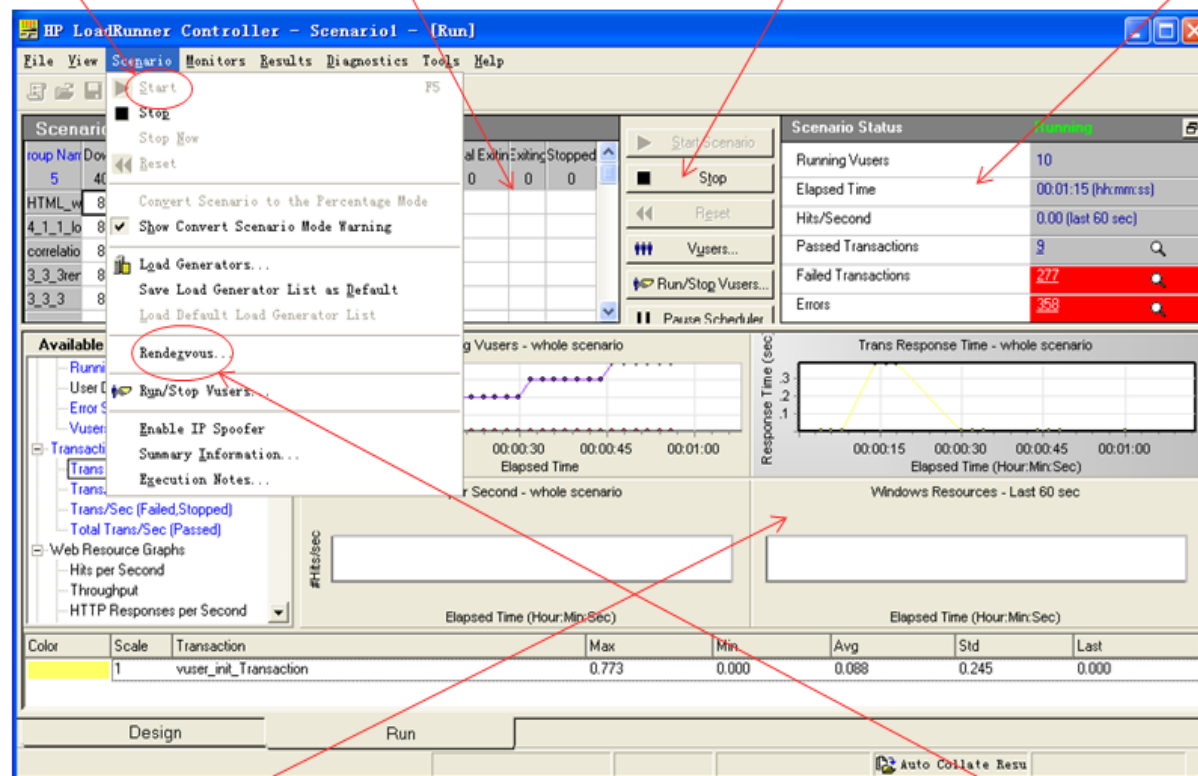
**Interactive Schedule Graph Data:**

Time	Users
00:00:00	0
00:00:15	2
00:00:30	4
00:00:45	6
00:01:00	8
00:01:15	10
00:01:30	10
00:01:45	10
00:02:00	10
00:02:15	10
00:02:30	10
00:02:45	10
00:03:00	10
00:03:15	10
00:03:30	10
00:03:45	10
00:04:00	10
00:04:15	10
00:04:30	10
00:04:45	10
00:05:00	10
00:05:15	10
00:05:30	10
00:05:45	10
00:06:00	10
00:06:15	10
00:06:30	10
00:06:45	10
00:07:00	10

# Controller运行窗口概述

- 运行场景时，可监视场景组及Vuser运行的状态，并可监视及控制每个Vuser、查看由Vuser生成的错误、警告和通知消息，还能监控场景运行中收集到的各种数据等

- 1、启动场景
- 2、场景组查看与监控
- 3、操作按钮
- 4、场景状态查看与监控



- 5、查看可用数据图

- 6、控制集合点

# 场景类型综述

## ■ 目标场景：

- 设置一个运行目标，通过Controller的Auto Load功能进行自动化负载，如果测试的结果达到目标，则说明性能符合目标，否则LR提示无法达到目标
- 定性型性能测试
- 验证系统能否达到目标，验收测试常用

# 面向目标的测试场景——目标类型

HP LoadRunner Controller - Scenario2 - [Design(5)]

File View Scenario Results Diagnostics Tools Help

Scenario Scripts

	Script Name	Script Path	% of Target	Load Generators
<input checked="" type="checkbox"/>	4_1_1_login	D:\weind\4_1_1_login	20 %	<All Load Generators>
<input checked="" type="checkbox"/>	3_3_3rendezv	D:\weind\3_3_3rendezvous	20 %	<All Load Generators>
<input checked="" type="checkbox"/>	html_weinadi	D:\weind\HTML_weinadi	20 %	<All Load Generators>
<input checked="" type="checkbox"/>	correlation_1	D:\weind\correlation_1	20 %	<All Load Generators>
<input checked="" type="checkbox"/>	3_3_3	D:\weind\3_3_3	20 %	<All Load Generators>

Start Scenario  
Generators...  
Add Script...  
Remove Script  
Run-Time Settings  
Details...  
View Script

Service Level Agreement

New Details Edit Delete Advan

Service Level Agreement

Currently no SLA rules are defined for the load test. Click the New button to define SLA criteria for your load test.

Scenario Goal

Goal Profile Name: Hits per Second 100

Goal: 100.00 Hits per Second

Min Number of Vusers: 50

Max Number of Vusers: 150

Scenario Duration: 000:30:00 (hhh:mm:ss) after the target has been achieved

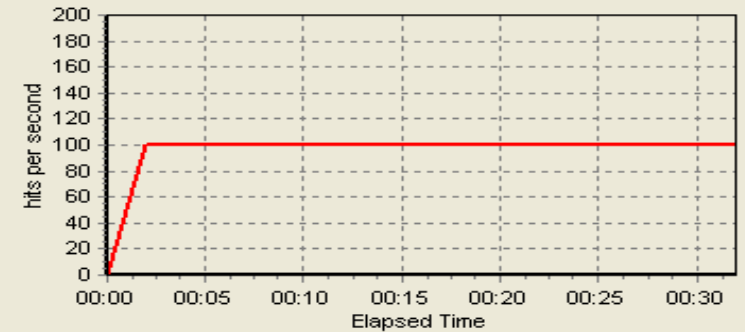
Load Behavior: Reach target hits per second using automatic ramp up

Edit Scenario Goal...

Design Run

Auto Collate Resu

Load Preview





# 面向目标的测试场景——目标类型

**Edit Scenario Goal**

Goal Profile Name: Hits per Second 100 Rename Delete New

Scenario Start Time...

Define Scenario Goal

Goal Type: Hits per Second  
Virtual Users  
Hits per Second  
Transactions per Second  
Transaction Response Time  
Pages per Minute

Reach goal of Using a minimum of Vusers

Scenario Settings | Load Behavior

Run Time  
Run for 000:30:00 (HHH:MM:SS) after the target has been achieved

If target cannot be reached  
☐ Stop scenario and save results  
☒ Continue scenario without reaching goal  
☒ Receive notification

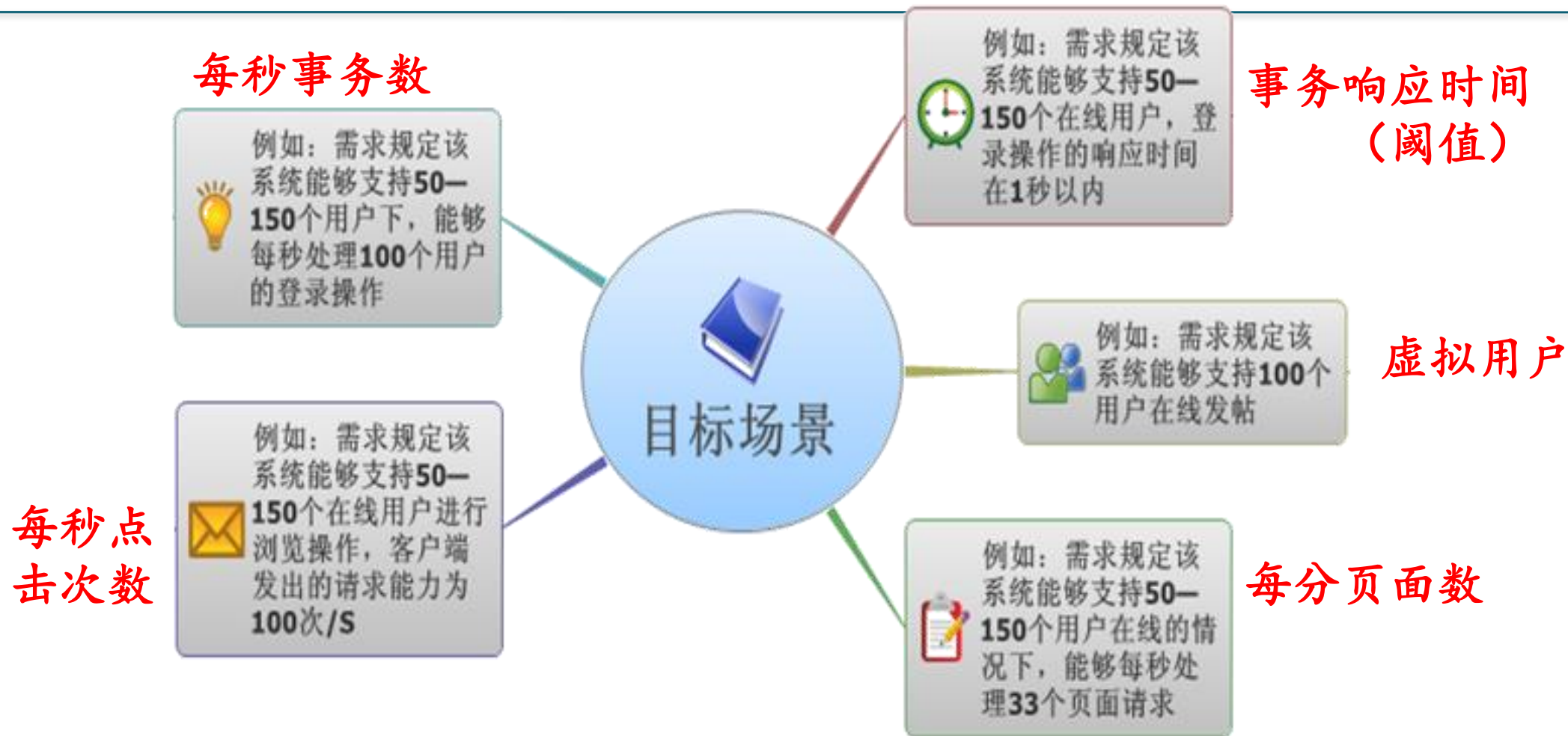
☐ Do not change recorded think time

OK Cancel Help

Load Preview

Elapsed Time	hits per second
00:00	0
00:05	100
00:30	100

# 面向目标的测试场景—目标类型



**注意：**定义每秒事务数或事务响应时间目标类型，脚本中必须包含插入事务

## 目标场景

---

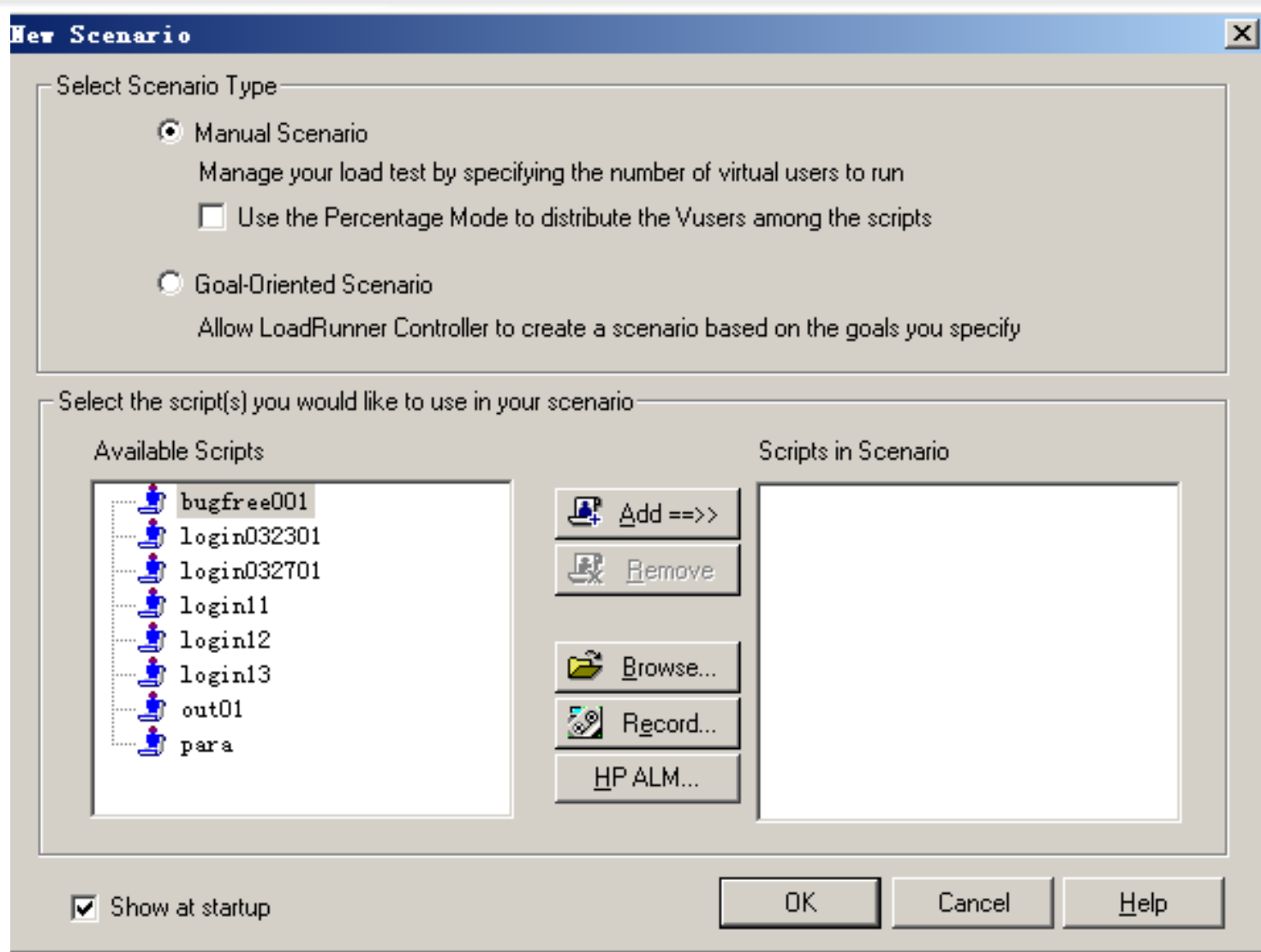
- 实践一：使用飞机订票登录脚本，分别设置目标场景为
  - 1 Goal Type: Hits per Second 30; 最小，最大用户量是20和50;
  - 2 Goal Type: Transaction per Second; Reach goal of 1; 最小，最大用户是1和3;

# 手动场景

## ■ 手动场景：

- 自己设置虚拟用户的变化，通过设计用户的添加和减少过程，来模拟真实的用户请求模型，完成负载的生成
- 定量型性能测试
- 定位性能瓶颈并了解系统处理能力
- 类型：用户组模式/百分比模式

# 设置手动场景



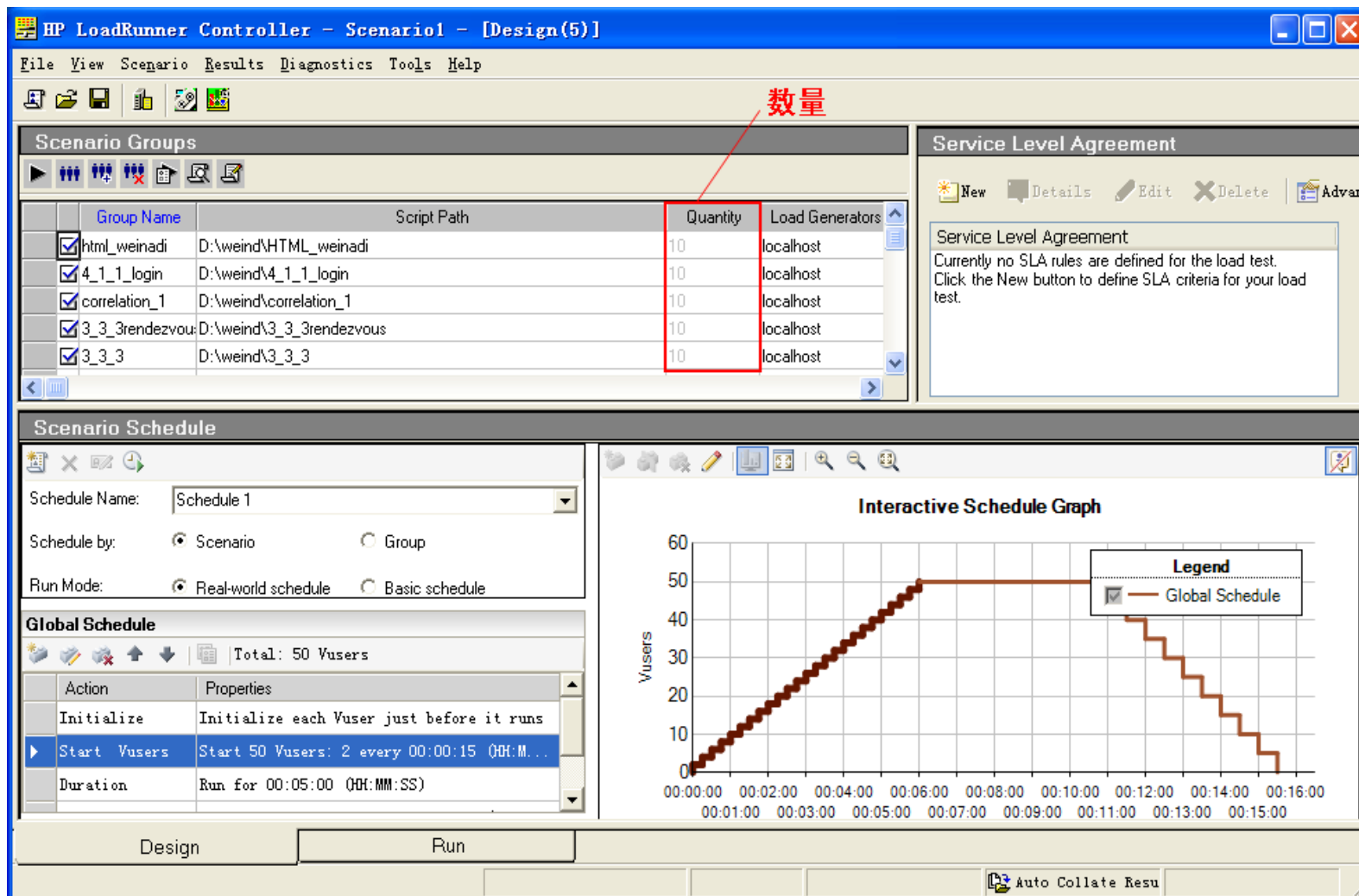
# 手动测试场景——用户组模式

## ■ 什么时候用Group

- 多个脚本，它们负载的用户不成正比，独立核算

## ■ 举例：

- 超市管理系统，一个脚本做卖货记录，一个脚本做盘库



# 手动测试场景——用户组模式（续）

HP LoadRunner Controller - Scenario1 - [Design(5)]

File View Scenario Results Diagnostics Tools Help

Scenario Groups

Group Name	Script Path	Quantity	Load Generators
html_weinadi	D:\weind\HTML_weinadi	10	localhost
4_1_1_login	D:\weind\4_1_1_login	10	localhost

Service Level Agreement

New Details Edit Delete Advan

Service Level Agreement  
Currently no SLA rules are defined for the load test.  
Click the New button to define SLA criteria for your load test.

Scenario Schedule

Schedule Name: Schedule 1

Schedule by: ☐ Scenario ☒ Group

Run Mode: ☒ Real-world schedule ☐ Basic schedule

Group schedule for: 4\_1\_1\_login

Total: 10 Vusers

Action	Properties
Start Group	Start immediately after the scenario be...
Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
Start Vusers	Start 10 Vusers: 2 every 00:00:15 00:00:15
Duration	Run for 00:05:00 (00:MM:SS)
Stop Vusers	Stop all Vusers: 5 every 00:00:30 00:00:30

Design Run

Auto Collate Resu

Interactive Schedule Graph

Vusers


Time


Legend

- 4\_1\_1\_login
- html\_weinadi
- 3\_3\_3rendezvous
- correlation\_1
- 3\_3\_3

# 用户组模式

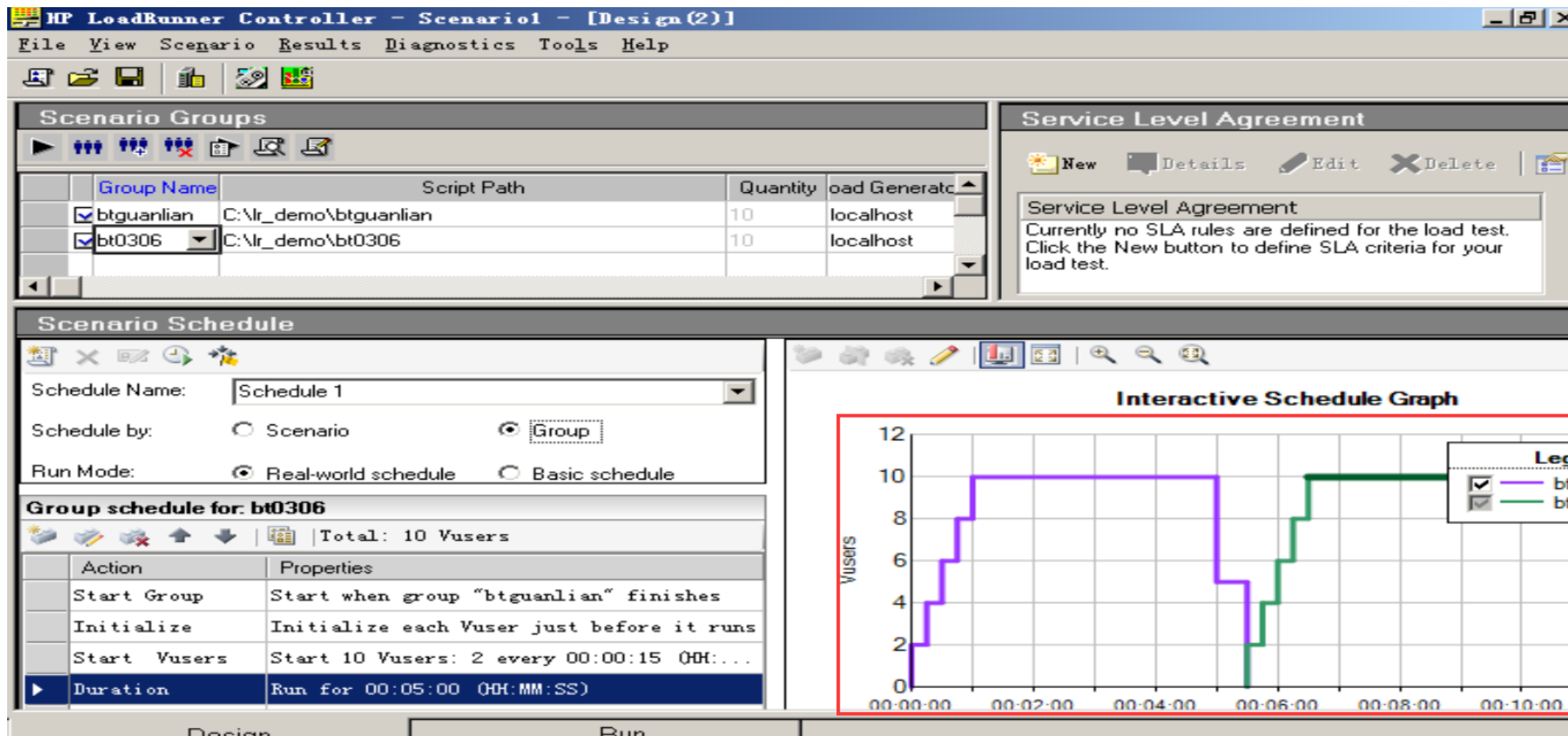
- 实践二：添加两个脚本，使用手动设置场景方式
  - Schedule by: Group
  - Run Mode: Real-world schedule
  - 第一和第二个脚本配置分别如下：

Group schedule for: btguanlian		
   Total: 10 Vusers		
	Action	Properties
▶	Start Group	Start immediately after the scenario b...
	Initialize	Initialize each Vuser just before it
	Start Vusers	Start 10 Vusers: 2 every 00:00:15 00
	Duration	Run for 00:04:00 (HH:MM:SS)

Group schedule for: bt0306		
   Total: 10 Vusers		
	Action	Properties
	Start Group	Start when group "btguanlian" finishes
	Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
	Start Vusers	Start 10 Vusers: 2 every 00:00:15 00H:...
▶	Duration	Run for 00:05:00 (HH:MM:SS)



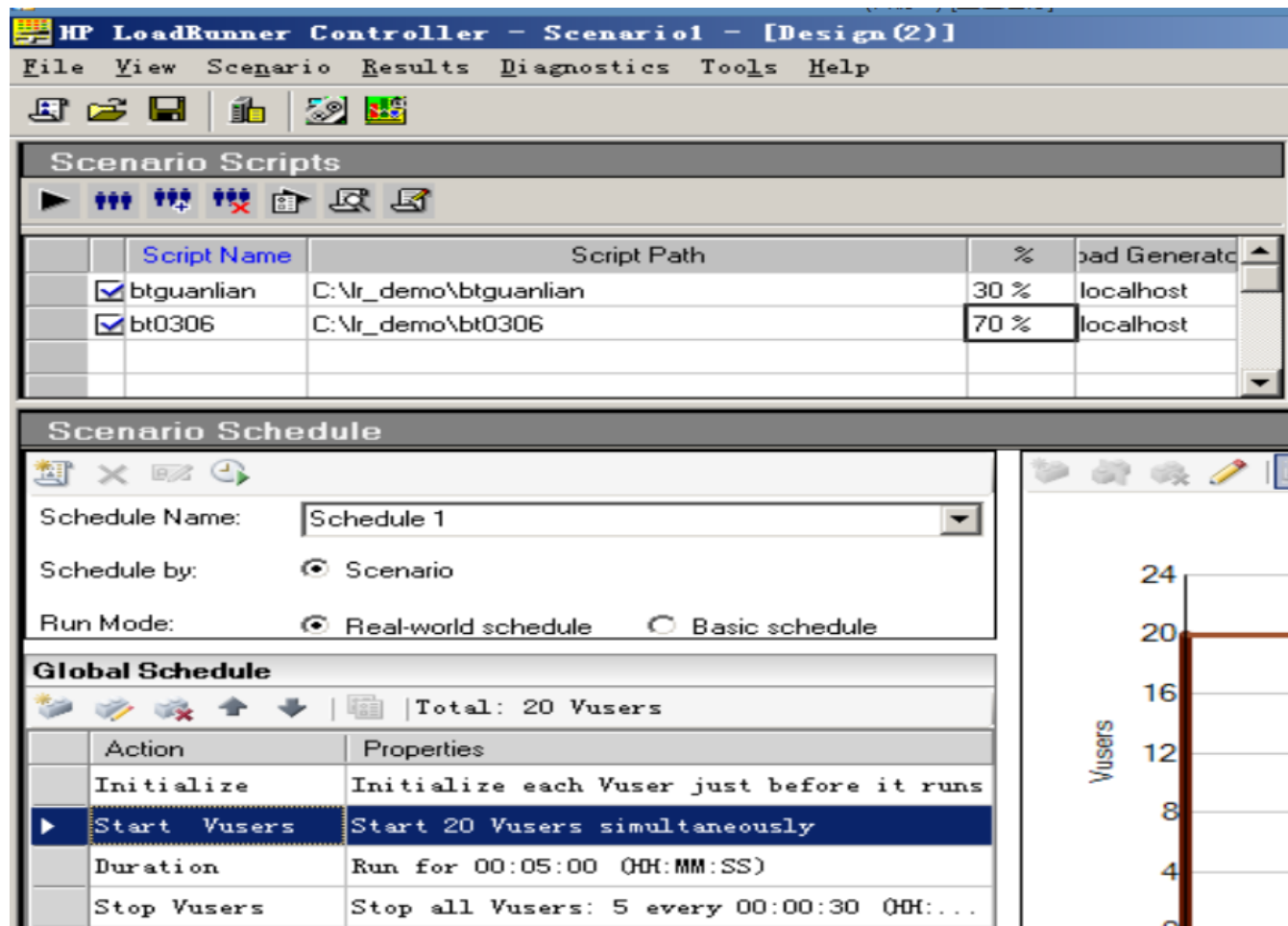
# 用户组模式



# 手动测试场景——百分比模式

- 思考模拟如下场景：30%的用户做订票，40%用户浏览，10%的用户在支付，20%的用户查询，怎么做
- 使用百分比模式
  - Scenario—Convert Scenario to the Percentage Mode
- 实践三：
  - 创建4个脚本，模拟上述场景

# 手动测试场景——百分比模式



The screenshot displays the HP LoadRunner Controller interface for a scenario named "Scenario1".

**Scenario Scripts:**

Script Name	Script Path	%	Load Generator
btguanlian	C:\lr_demo\btguanlian	30 %	localhost
bt0306	C:\lr_demo\bt0306	70 %	localhost

**Scenario Schedule:**

Schedule Name: Schedule 1  
Schedule by: Scenario  
Run Mode: Real-world schedule (selected), Basic schedule

**Global Schedule:**

Total: 20 Vusers

Action	Properties
Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
Start Vusers	Start 20 Vusers simultaneously
Duration	Run for 00:05:00 (HH:MM:SS)
Stop Vusers	Stop all Vusers: 5 every 00:00:30 (HH:MM:SS)

A graph on the right shows the number of Vusers over time, with a peak of 20 Vusers.

■ 思考：刚刚的配置是否符合真实场景？

- 真实场景中是不是所有用户同时启动？
- 不符合怎么办？（比如跑步，一开始就是20公里/时？）

# Run Mode

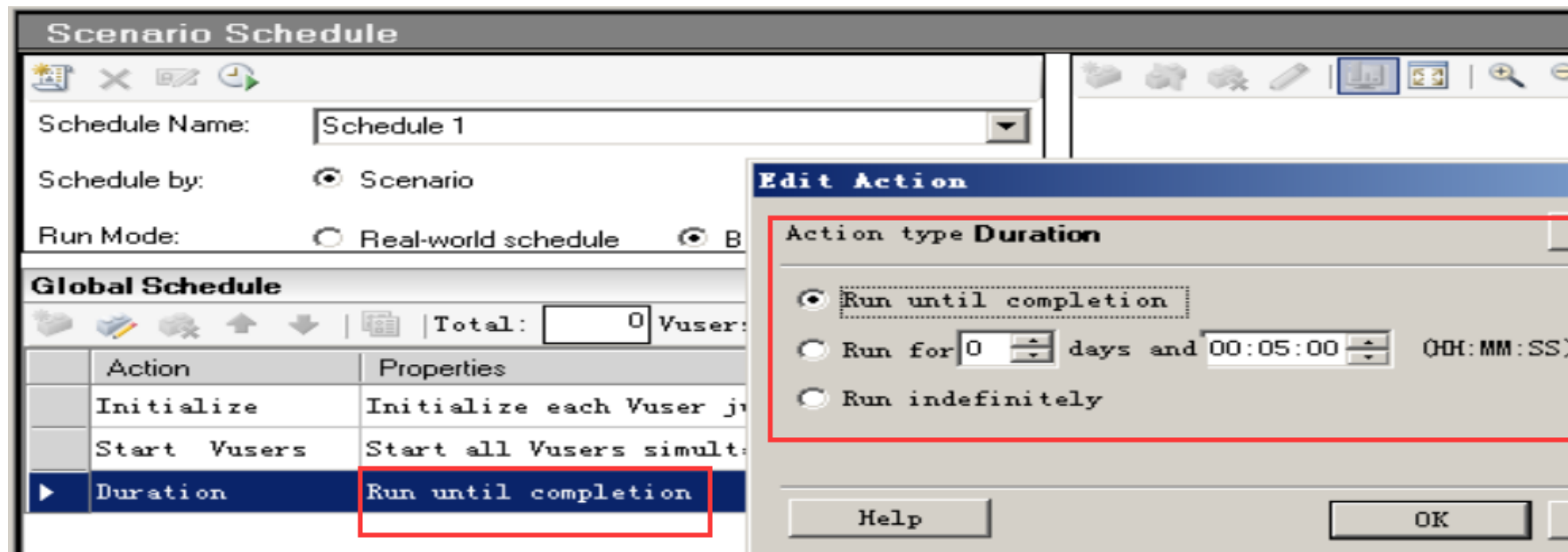
---

## ■ Basic Schedule

- Initialize
- Start Vusers
  - Simultaneously
  - XX（多少个用户） Users every XX(时间)

# Run Mode

## — Duration



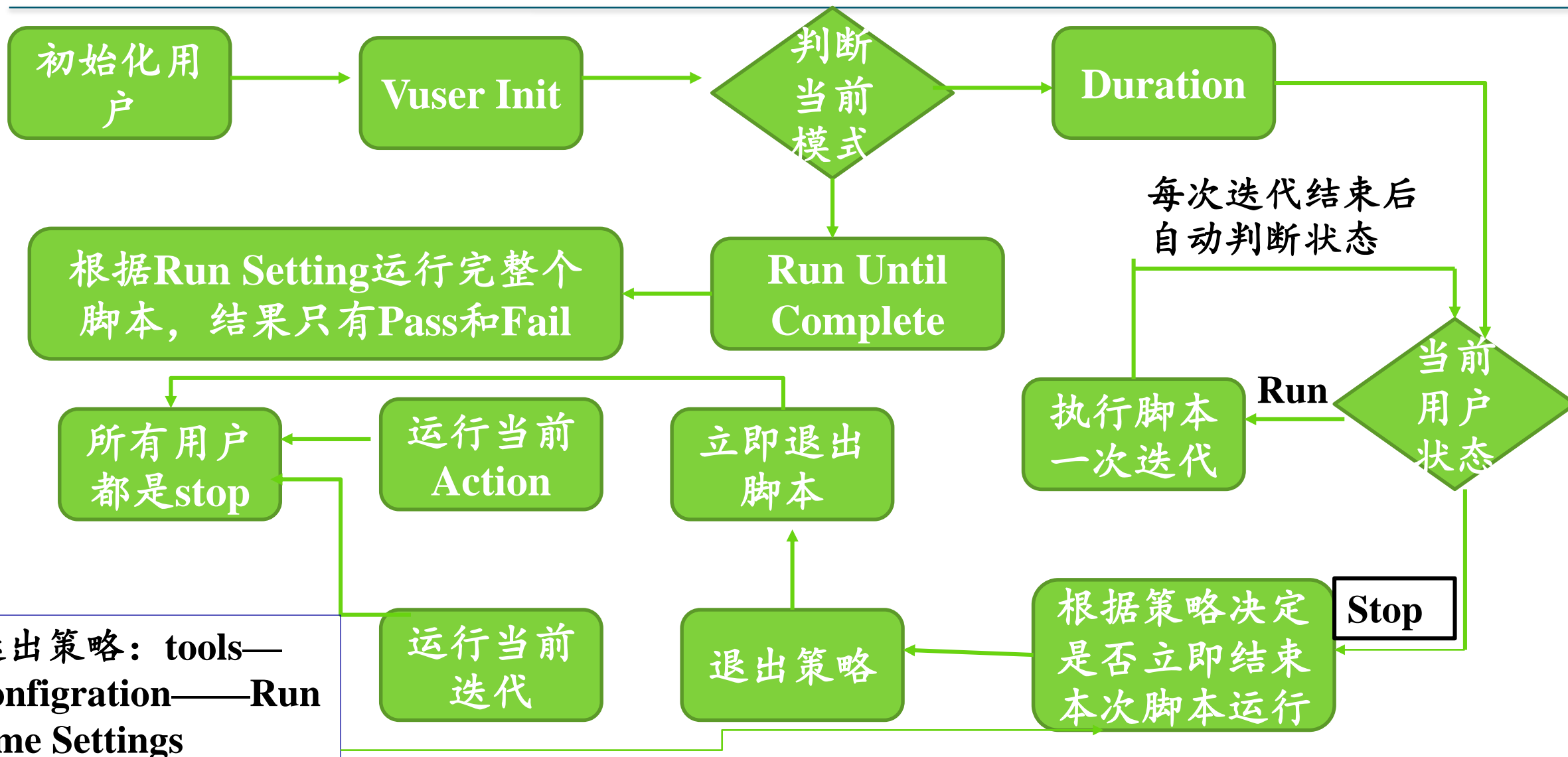
- **Run until completion:** 每个用户只跑一次（设置该选项，迭代次数有效）
- **Run for.....:** 持续跑多长时间
- **Run indefinitely:** 无限期（一直跑）

# Run Mode

---

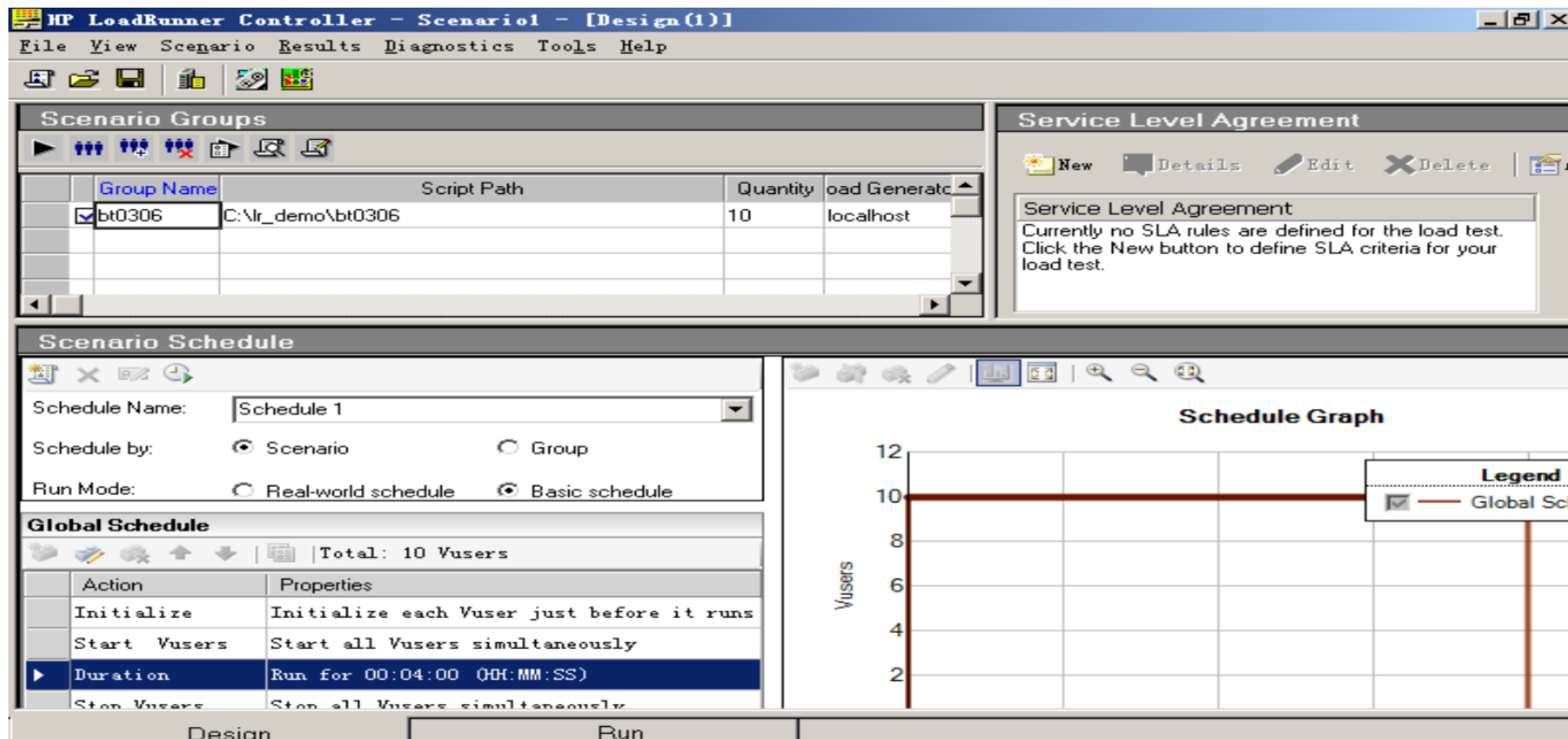
- 如果设置了Run for 0 days and 5 minute，是否跟VuGen中的迭代次数冲突？
  - 使用订票登录的示例，在Run Logic中设置迭代次数3次，Duration中设置持续3分钟，查看运行结果
  - 当Run Logic遇上Duration设置的持续时间时，Run Logic不起作用，依据Duration的策略运行

# 设置Run Mode后 脚本执行过程



# Run Mode

## ■ 如上的设置符合真实场景吗？



The screenshot displays the HP LoadRunner Controller interface for Scenario1 in Design mode. The interface is divided into several sections:

- Scenario Groups:** A table listing the test groups.
- Service Level Agreement:** A section for defining SLA rules.
- Scenario Schedule:** A section for defining the test schedule.
- Global Schedule:** A section for defining the global test schedule.

**Scenario Groups Table:**

Group Name	Script Path	Quantity	Load Generator
bt0306	C:\r_demo\bt0306	10	localhost

**Service Level Agreement:**

Currently no SLA rules are defined for the load test. Click the New button to define SLA criteria for your load test.

**Scenario Schedule:**

Schedule Name: Schedule 1

Schedule by: ☒ Scenario ☐ Group

Run Mode: ☐ Real-world schedule ☒ Basic schedule

**Global Schedule:**

Total: 10 Vusers

Action	Properties
Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
Start Vusers	Start all Vusers simultaneously
Duration	Run for 00:04:00 (00:MM:SS)
Stop Vusers	Stop all Vusers simultaneously

**Schedule Graph:**

The graph shows the number of Vusers over time. The Y-axis is labeled 'Vusers' and ranges from 0 to 12. The X-axis represents time. A horizontal line at 10 Vusers indicates a constant load. The legend shows 'Global Schedule'.



# Run Mode — Real-world Schedule

---

## ■ 使用Real-world Schedule

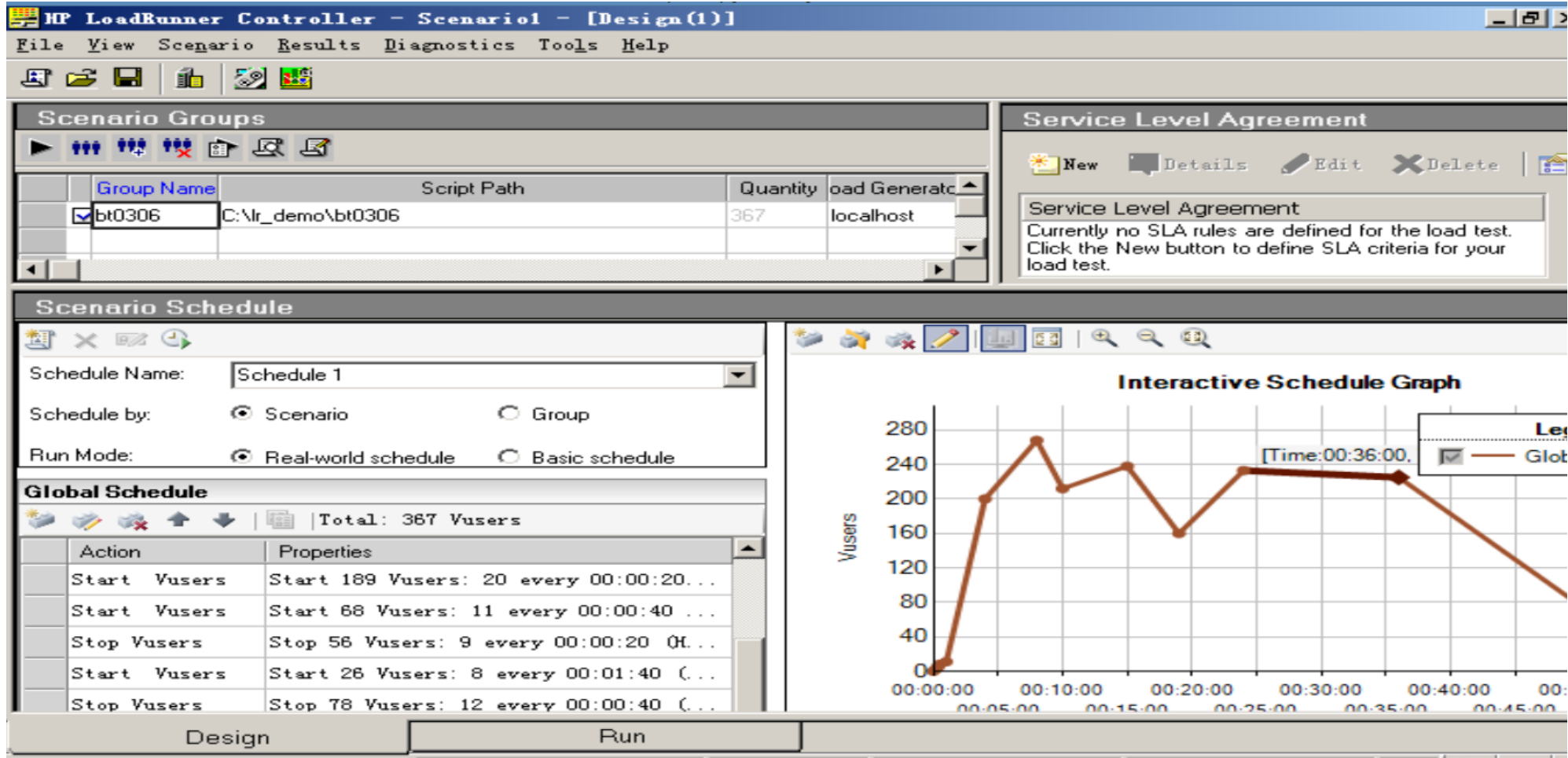
1 点击Edit mode，点击曲线中的一段；

2 点击Split Action，进行切割；

3 点击切割点进行拖动

模拟真实场景中用户量上升、下降，再上升再下降的过程

# Run Mode — Real-world Schedule



HP LoadRunner Controller - Scenario1 - [Design(1)]

File View Scenario Results Diagnostics Tools Help

Scenario Groups

Group Name	Script Path	Quantity	Load Generator
bt0306	C:\lr_demo\bt0306	367	localhost

Service Level Agreement

New Details Edit Delete

Service Level Agreement

Currently no SLA rules are defined for the load test. Click the New button to define SLA criteria for your load test.

Scenario Schedule

Schedule Name: Schedule 1

Schedule by: ☒ Scenario ☐ Group

Run Mode: ☒ Real-world schedule ☐ Basic schedule

Global Schedule

Total: 367 Vusers

Action	Properties
Start Vusers	Start 189 Vusers: 20 every 00:00:20...
Start Vusers	Start 68 Vusers: 11 every 00:00:40...
Stop Vusers	Stop 56 Vusers: 9 every 00:00:20 00:...
Start Vusers	Start 26 Vusers: 8 every 00:01:40 (...)
Stop Vusers	Stop 78 Vusers: 12 every 00:00:40 (...)

Design Run

Interactive Schedule Graph

Time: 00:36:00

Legend: Load Generator (Glott)

Y-axis: Vusers (0 to 280)

X-axis: Time (00:00:00 to 00:45:00)

The graph shows a fluctuating load profile. The number of Vusers starts at 0, rises to a peak of approximately 260 at 00:10:00, then fluctuates between 160 and 240 until 00:35:00, after which it begins to decline.

# Run Mode---Basic Mode

### Scenario Groups

	Group Name	Script Path	Quantity	load Generator
<input checked="" type="checkbox"/>	bt0306	C:\lr_demo\bt0306	20	localhost
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

### Service Level Agreement

New Details Edit Delete

Service Level Agreement

Currently no SLA rules are defined for the load test. Click the New button to define SLA criteria for your load test.

### Scenario Schedule

Schedule Name:

Schedule by: ☒ Scenario ☐ Group

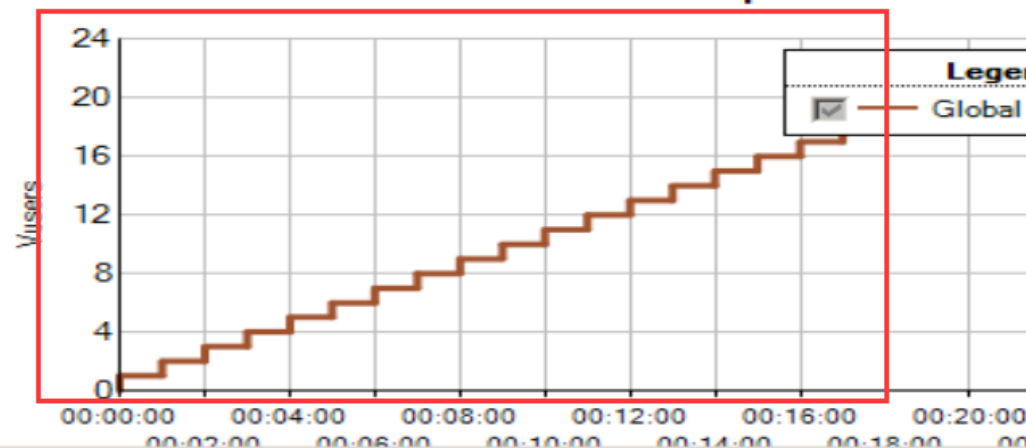
Run Mode: ☐ Real-world schedule ☒ Basic schedule

#### Global Schedule

Total: 20 Vusers

Action	Properties
Initialize	Initialize each Vuser just before it runs
Start Vusers	Start all Vusers: 1 every 00:01:00 (HH:MM:SS)
Duration	Run for 00:05:00 (HH:MM:SS)
Stop Vusers	Stop all Vusers simultaneously

### Schedule Graph



Legend

☒ Global S

DesignRun

# 目标场景与手工场景总结

---

- 如果做验收测试，使用目标场景
- 如果做压力测试，使用 **Real-world Schedule**
- 如果做性能分析，使用 **Basic Schedule**
  - 做性能分析，负载上升越慢越好

# 目标场景与手工场景总结

## ■ 为什么做递增型场景

- 为了得到负载递增，相关性能指标的趋势
- 系统负载慢慢上升的过程中，系统稳定，响应时间也稳定，就说明系统是OK的

## ■ 做什么样的性能分析，是性能测试需求决定的

# 场景类型对比

特点↵	作用↵	适用场合↵	注意↵
手工场景↵	手工；灵活↵ 整体了解系统处理能力 & 性能问题，从而确定系统瓶颈。↵	需要对系统性能多项指标进行验证，分析系统整体性能情况。↵	Vuser 支持以数值或百分比模式显示；数值显示模式下【Scenario Schedule】支持通过【Group】形式进行场景设计。【Group】形式讲解参见图 4.21 中介绍。↵
面向目标的场景↵	自动；简易↵ 验证系统能否达到了预期目标，从而确定系统瓶颈。↵	有明确测试目标的情况，如：验收测试。↵	Controller 自动形成并发负载，无法设置集合点策略。↵

## 场景类型对比

了解其能举起多重的杠铃，  
可先给一个轻的（10公斤），  
如果可以举起，再增加5公斤，  
重新试举，如此往复至无法举起为止



能否扛起200公斤杠铃，只给一次机会，  
举起来则达标，否则不达标

# 目录

---

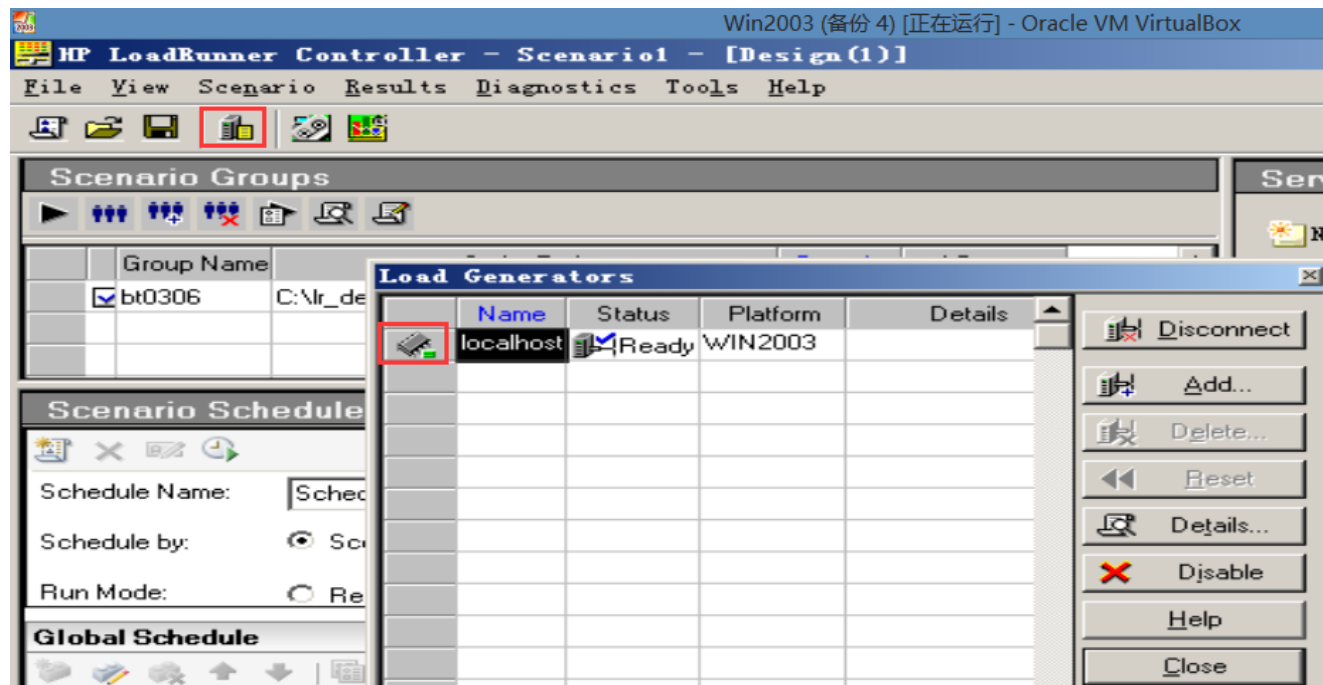
- Controller简介
- 场景设计
- 多机负载
- 资源监控



# 多机负载

## ■ 什么时候用多机负载

- 一台电脑生成的负载是有限的，网络连接不够，如果负载过高，有可能会出现TCP/IP释放不了，出现超过65535上限的问题

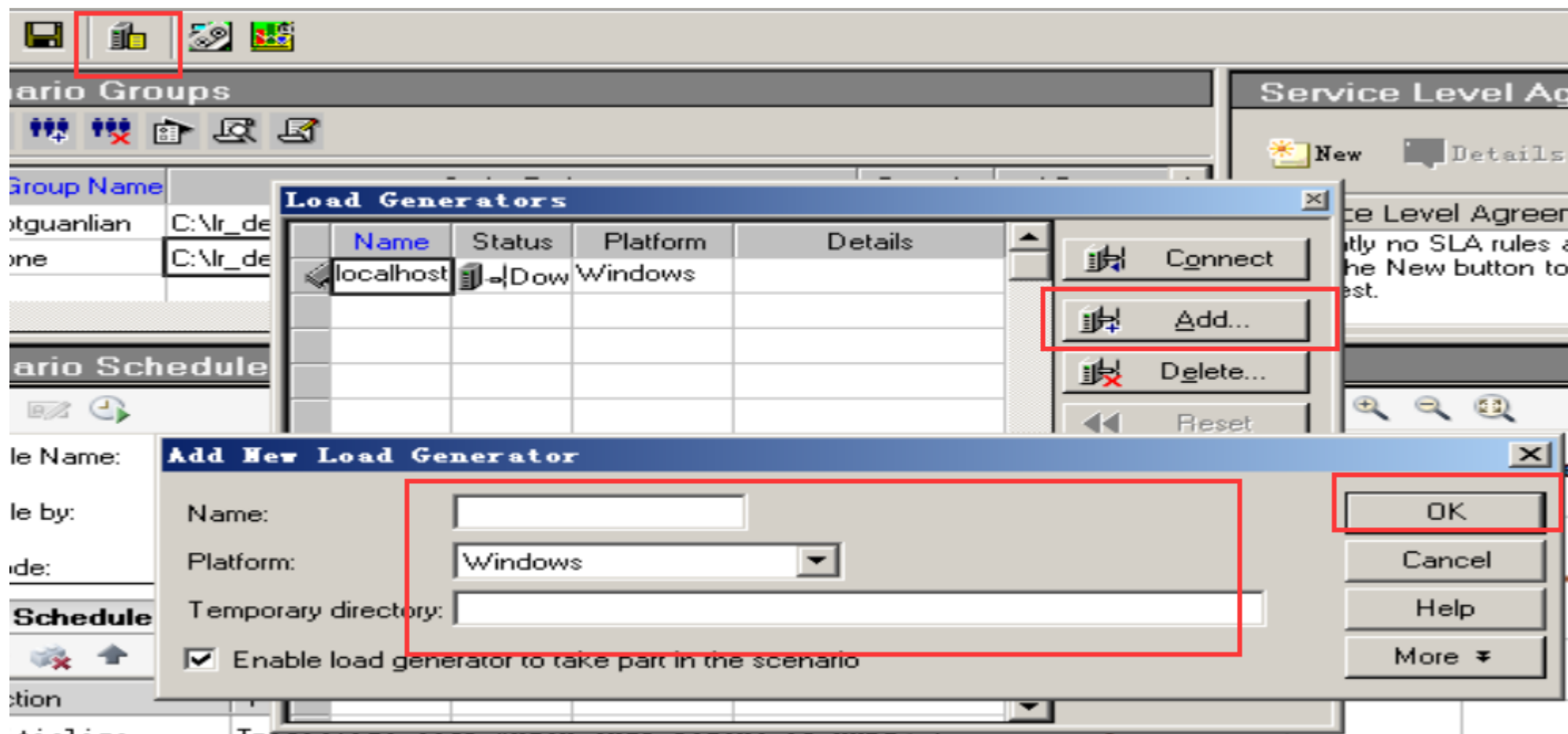


# 多机负载

## ■ 配置方式

- 在需要添加为负载机的计算机上使用安装Loadrunner的Generator模块
- **LoadRunner——Advanced Settings—LoadRunner Agent Runtime Settings**
- **Controller中点击Load Generator**

# 多机负载



# 多机负载

## ■ 状态：

- 绿色：负载量可以
- 红色：负载量过大

## ■ 注意：Unix 系统勾选 **Don't use RSF**（系统不支持该协议）

## ■ 实践四：配置多机负载

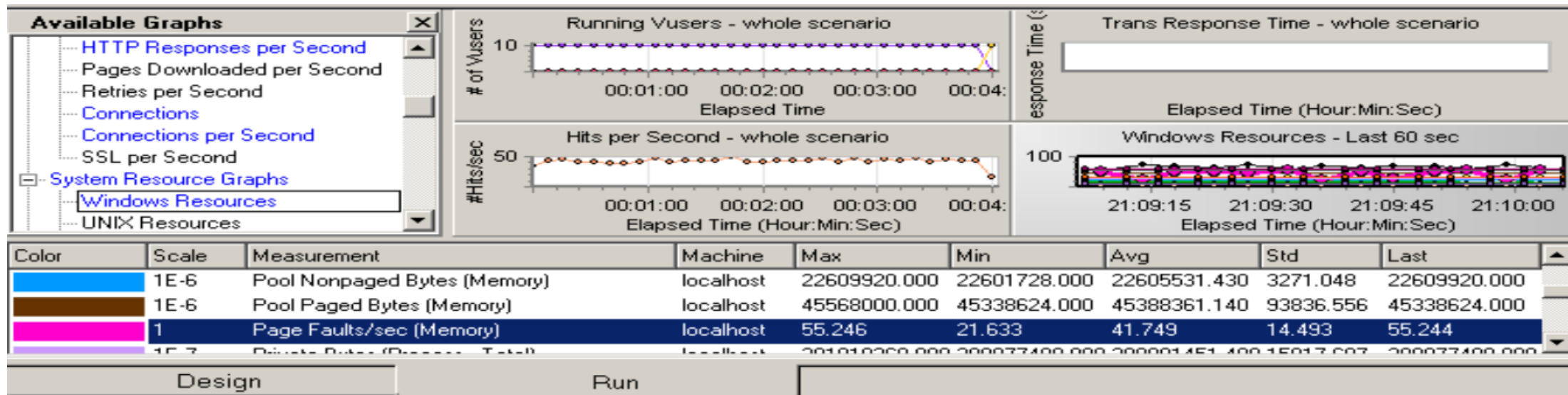
# 目录

---

- Controller简介
- 场景设计
- 多机负载
- 资源监控

# 系统资源监控

- Controller中Run 页面生成的图表，可以查看，其数据来源于系统
  - 缺点：不实时
  - 使用资源管理器和资源监视器查看（更实时）
  - Windows Resource—右键 Add Measurements—选择相应的计数器



# 监控数据

---

- 实时监控器收集各个层面性能数据
- 定位性能瓶颈（将实时性能数据和基准数据对比）

# 服务器资源利用率监控

## ■ 常见服务器性能计数器

### — CPU

- CPU占用率/CPU队列

### — 内存

- 内存可使用/内存硬错误

### — 硬盘

- 磁盘读写速度/磁盘队列

## ■ 监控方法

### — 操作系统

- 控制面板—管理工具—性能监视器—右键添加计数器



# 服务器资源利用率监控

## ■ CPU时间：占用时间/总时间

- process time（CPU 处理时间）：
  - CPU单位时间内处理30w个任务，处理了10w个， $10w/30w = 30\%$
- 多核CPU的process time 有可能大于 100%，原因：不是所有任务都能均摊到每个CPU上，或者每一个内核上，有些情况是有的核任务多
  - 例如：总CPU占用率 40%——50%，但是系统慢（有可能是任务不均摊造成的）

# 服务器资源利用率监控

- 可用内存 (Memery ----Available Bytes (MBytes))、内存错误(page faults/sec)
- 内存错误：
  - 硬错误：数据在虚拟内存里，不在内存里
  - 软错误：数据既不在内存里，也不在虚拟内存里
  - 每产生一次内存错误，就会产生时间拖延，例如：在内存里读数据，需要0.01s，如果出现内存错误，需要1s，一下子差出100倍，这里容易找到系统瓶颈

# 服务器资源利用率监控

- IO (Logical Disk ----Current Disk Queue length(平均磁盘队列: 磁盘上当前请求数量))
  - IOPS: 每一秒钟磁盘能够做几件事情
  - 读取速度 120M/s, 写入速度: 80M/s
  - 如果IOPS是120(每秒做120件事情),4K文件大小, 意味着最大读写速度是480KB文件
  - 磁盘主要关注: 磁盘队列长度, 磁盘读写速度是多少

# 服务器资源利用率监控

## ■ 网络带宽：

- 一般使用计数器Bytes Total/sec来度量，Bytes Total/sec表示为发送和接收字节的速率，包括帧字符在内。判断网络连接速度是否是瓶颈，可以用该计数器的值和目前网络的带宽比较
- Network Adapter——Bytes Total/sec

# 服务器资源利用率监控

## ■ 资源类计数器，连接池计数器

- 数据库上计数器（命中率，连接池个数）
- WWW：连接数，连接池的情况，timeout，连接不上的情况
- Apache 的连接用户是多少

# 服务器资源利用率监控

## — 数据库服务器

- SQL Server/Oracle/Mysql

## — Web 服务器

- IIS/Apache（吞吐量、最大连接数）

## — 应用服务器

- Weblogic：监控JVM和执行队列，JDBC连接池，其中执行队列最关键的指标是Queue Length 队列长度

# 服务器资源利用率监控

---

## ■ JVMRuntime

**HeapSizeCurrent** 返回当前JVM堆中内存数，单位时字节

**HeapFreeCurrent** 返回当前JVM堆中空闲内存数，单位时字节

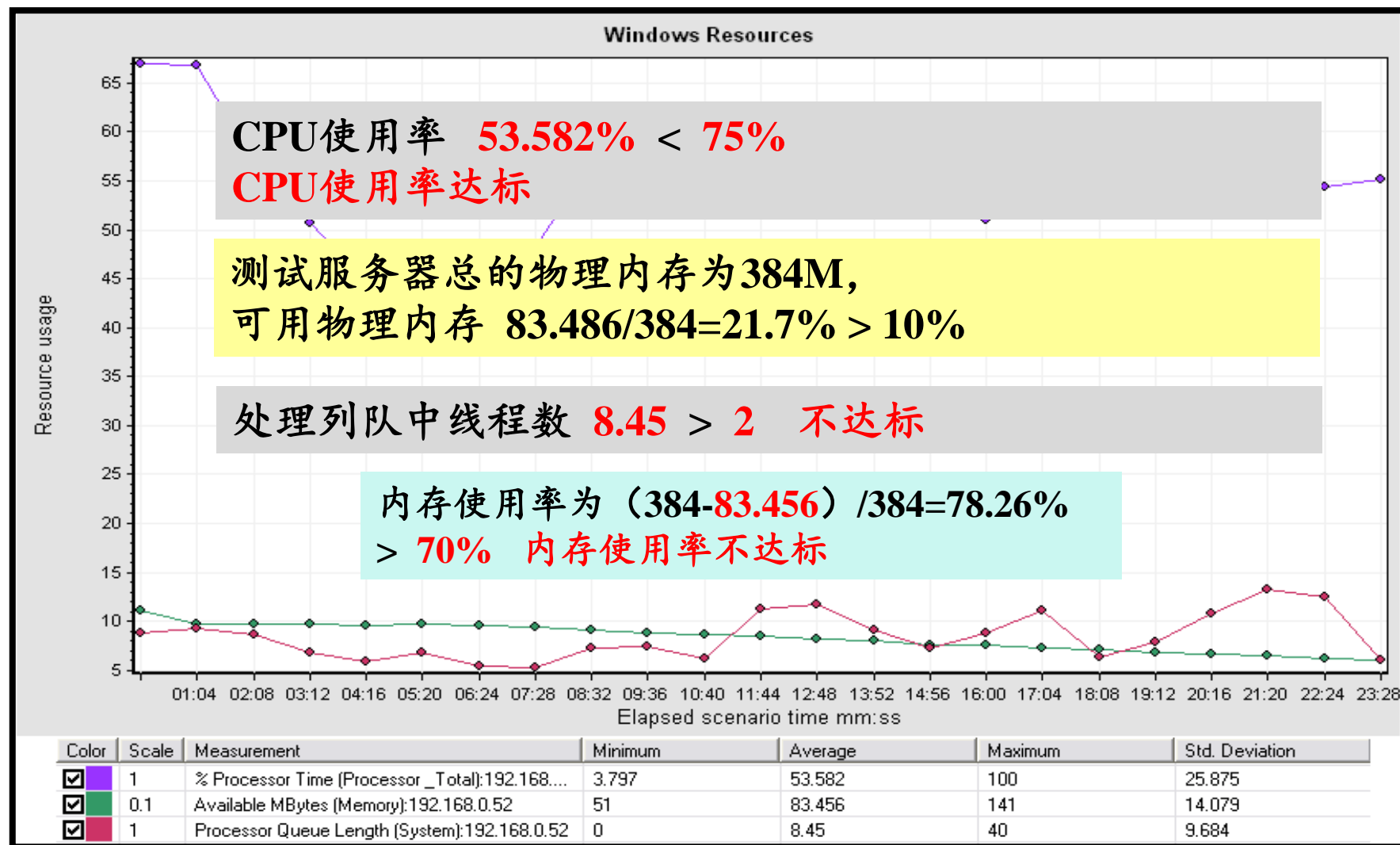
# 服务器资源利用率监控

## ■ JDBCConnectionPoolRuntime

- **WaitingForConnectionHighCount**
- 返回本JDBCConnectionPoolRuntimeMBean 上最大等待连接数
- **MaxCapacity** 返回JDBC池的最大能力
- **WaitSecondsHighCount** 返回等待连接中的最长时间等待者的秒数
- **ActiveConnectionsCurrentCount** 返回当前活动连接总数
- **JDBCConnectionPoolRuntimeMBean** 上最大活动连接数



# 服务器资源利用率监控



# 内容总结

---

## ■ Controller简介

- 主要作用

## ■ 场景设计

- 场景设计流程
- 场景创建
- 目标场景
- 手动场景: **Scenario, Group, Real-world Schedule Basic Schedule**

# 内容总结

---

- 多机负载：配置
- 资源监控
  - CPU使用率
  - 内存使用率
  - I/O速度
  - 网络
  - 数据库
  - WWW服务器，应用服务器



# Question