

Enterprise Dynamics®

试验
用户向导

Enterprise Dynamics®

本手册中说明的软件使用方法已通过了许可协议。此软件只能在一台终端电脑或者一台电脑的单个工作点上使用；相应地使用软件的每台终端电脑或者工作点必须得到许可才能制作独立的软件复本。

在没有获得Incontrol公司书面许可的情况下，不得以任何形式，无论是打印，复印，缩微拍摄或其他任何方法复制本册中的任何部分。

除了许可协议中声明的有限质保之外，Incontrol公司没有以公开或暗示的方式向用户或其他任何个人或实体作出其他的担保。Incontrol 公司对意外的，伴随而来的或者其他相似的破损不负有责任。不论是以何种形式要求索赔，Incontrol 公司对于任何破损的补偿都绝对不会超过购买软件使用许可权时所付的金额。

Enterprise Dynamics和Airport Suite是Incontrol 公司的注册商标。

试验

试验部分被分为：

[试验向导](#)

用于定义试验设置，执行方式并启动实际的仿真

[分析试验结果](#)

用于定义并制作出一个试验的报告

如果最后一个试验的模型被保存的话，那么试验设置也会随其一起被保存下来。最后一个试验的结果被保存至两个文本文件中（试验结果.sim和试验组.sim），它们与模型保存在同一个目录中。因此可以分析最后阶段的试验结果。

在使用试验向导运行试验之后，你可以立即继续使用分析试验结果。

1. 术语

首先，我们会解释一些通用的仿真术语。这样更易于我们讨论 Enterprise Dynamics 中的试验设置。

一个 [试验](#) 由 [许多单个的仿真运行](#) 组成。一个 [运行的观察期](#) 是我们为执行方式搜集数据所耗费的时间段。我们对这些 [执行方式](#) (PFM) 或者输出变量的定义是为了收集诸如客户平均等待的时间，一个序列的最大容量或服务器的使用之类的信息而需要的输出量。每个观察期刚好带来一个执行方式的一个结果。

通常情况下，系统在达到平衡的状态（也称为 [稳定状态](#)）之前必须预热一段时间。这段时间被描述为 [预热期](#)。如前所述，结果是在 [观察期](#) 内被收集的。观察期起始于零时刻（默认值）或预热期结束时。预热期内的结果不会被记录。

例子 1：

在一个工厂里，一个产品的平均处理时间为两个星期，显然，在仿真运行的头几个星期内，产出量几乎为零。所以这段时期对于诸如‘平均周产量’这样的执行方式来说是没有代表性的。

现在我们可以定义一个15周的仿真运行期，其中预热期为五周，观察期为十周。执行方式‘平均周产量’将给出在过去十周内所生产的总货品数量除以10之后的数字。

在这种仿真情况下，结果的代表性经常会处于一个 [置信区间](#) 内。因为大多数模型都具有随机的特性，所以单个的结果并不具有代表性。因此我们需要进行多次观察才能作出可信赖的陈述。试验必须以这种方式来组织，这样才有可能给出可靠的陈述。陈述通常都是以包括一个输出变量值的置信区间的形式给出的。[信度](#)是指某个未知的值落在所指定的区间内的概率。一般的比例为90%，95%和99%。至少需要五次运行（默认）才能建立一个置信区间。

当设计试验时可能会有两种不同的仿真方法：[独立运行](#)或者[子运行](#)。

它们有着根本的不同：

- 独立运行的方法起始于一个可能的预热期，然后是观察期。它是在给定次数的观察期内完成的。
因此，运行或者试验中[重复](#)的次数等同于观察期的数目。
- [子运行](#)的方法起始于一个可能的预热期，然后是给定次数的连续观察期。每个观察期被称为子运行。这里的试验是由一个长运行组成的。

例子 2:

假定给定的观察期次数为10。我们将预热期定为4周，观察期定为20周。

独立运行的方法：

运行 1	预热 1	观察 1
运行 2	预热 2	观察 2

运行10	预热 10	观察 10
------	-------	-------

这十次运行总共形成了 $10 * (4 + 20) = 240$ 个仿真周。

子运行方法：

运行	预热	观察 1	观察 2	观察 10
----	----	------	------	-------

这一次运行形成了 $4 + 10 * 20 = 204$ 个仿真周。

在有预热期的情况下，子运行方法中的总仿真时期要短些，这是因为我们只需要一个预热期。但是观察期的结果并不是互相独立的：在n时期的平均等待时间值高很有可能导致在n+1时期的平均等待时间值也高。

当采用独立运行的方法时，观察期根据定义是彼此独立的。

子运行的方法可追溯到过去，那时计算机还很昂贵，并且运行试验耗费时间。考虑到结果之间的相互关联性，你不得不谨慎地选择观察期的长度。

独立运行的方法保证了结果之间相互独立，并且这种方法经常被使用。因此，这种方法在我们的试验向导中是默认的。

2. 试验向导

基本上，试验向导中有三个步骤：

Step 1

试验设置的定义

定义了试验设置，比如运行次数，观察期和预热期的长度等等

Step 2

执行方式的定义

定义了原子或一组原子的执行方式

Step 3

试验

根据自己的定义对试验进行实际运行。这个步骤不需要用户采取行动！

2.1 试验设置的定义

图1显示了试验设置定义的界面。此时会出现仿真方法，观察期，观察次数和预热期的默认设置。因此，在不改变这些设置的情况下，就会进行五个分开独立运行的仿真，持续一小时，且没有预热期。4DS表示允许4Dscript的表达。

The screenshot shows the 'Experiment wizard' window with the 'Experiment Settings' tab selected. The settings are as follows:

- Simulation method: Separate runs (dropdown menu)
- Observation period (sec): 4DS hr(1) (text box)
- Number of observations: 5 (text box)
- Warm-up period (sec): 4DS 0 (text box)
- Use terminating condition?: ☐ (checkbox)
- Terminating condition: 4DS (text box)
- On start of run: 4DS (text box)
- On end of run: 4DS (text box)
- On end of warm-up: 4DS (text box)
- Experiment description: (empty text area)

At the bottom of the window are three buttons: 'Cancel', '< Back', and 'Next >'.

图 1: 试验设置

仿真方法

要么选择独立运行，要么选择子运行。默认方法是独立运行。

观察期

输入你的观察期所需的时间长度（以秒计）。允许4Dscript的表达。默认长度是一小时或3600秒。

观察次数

输入你想进行的观察次数。每个观察期都会给出一个已定义的执行方式的一个结果。如果你增加观察的次数，那么你的执行方式的平均值左右的置信区间的宽度将会减少。观察次数的默认值是5。

预热期

输入你的预热期所需的时间长度（以秒计）。允许4Dscript的表达。默认长度为0。

终止条件

用于进入不同的4Dscript仿真运行的终止条件。当仿真运行期内满足了这种条件时，观察期便会立即终止。

例子 3:

假设服务器5上已制造的产品数量达到1000时我们想要终止仿真运行。这时的产出模型可以是（AtomByName([Server5], Model)）=1000

开始运行

这一选项使你能够通过重启试验来执行4DScript代码。如果你采用“独立运行”时，这一选项会在每个观察期内被执行。

结束运行

这一选项使你能够在每个观察期之后执行4DScript代码。

结束预热

这一选项使你能够在每个预热期之后执行4DScript代码。

2.2 执行方式列表

在试验设置之后，执行方式设置的定义起始于一个所谓的[执行方式列表](#)。每个新定义的执行方式将会被加至此列表中。



图 2: 执行方式列表

你可以基于单个原子，一组（不同的）原子或者是一组母原子相同的原子，比如一个模型中的所有序列或服务器来定义执行方式。当选择最后这一组时，你可以从库中选中母原子；当选择其他时，你可以从模型树或模型中的原子列表中来选择。

随后我们会回答以下问题：

1. 我们的执行方式是单个原子联系在一起，还是与一组不同的或相似的原子联系在一起？答案会给出我们想要的种类。
这个可以在[种类的选择](#)中完成。
2. 这一种类中的模型中的哪些原子的结果是我们想要的？答案会给出这个模型中我们所需要的原子。
这个可以在[原子的选择](#)中完成。
3. 我们想要采取怎样的执行方式来测量这些atoms?答案会给出基于所选择的原子组的执行方式。
这个可以在[执行方式](#)的选择中完成。

存在着以下种类：

- | | |
|--------|---------------------------|
| 1. 原子 | 基于单个原子的执行方式 |
| 2. 小组 | 基于一个以上的原子的执行方式 |
| 3. 母原子 | 基于模型中同一类型的所有个体原子，比如序列或服务器 |

重要！

母原子仅仅是一次性定义基于母原子相同的几个单个原子的执行方式的一种简单的方法。因此，定义基于某个模型中十个序列原子的执行方式Avgstay时，你可以通过母原子一次性进行定义或者通过原子进行十次定义。

这也就意味着标准执行方式列表中虽然有这两个种类，但实际上是一样的。在2.3中会有解释。种类小组定义了基于一个以上的原子的执行方式，因此确实有不同。这些标准的执行方式会在章节2.4中有所解释。

现在选择Add进入[种类的选择](#)。根据你选择的种类不同将会出现不同的界面。默认界面（见图3）与基于单个原子的执行方式相关。

2.3种类的选择：原子

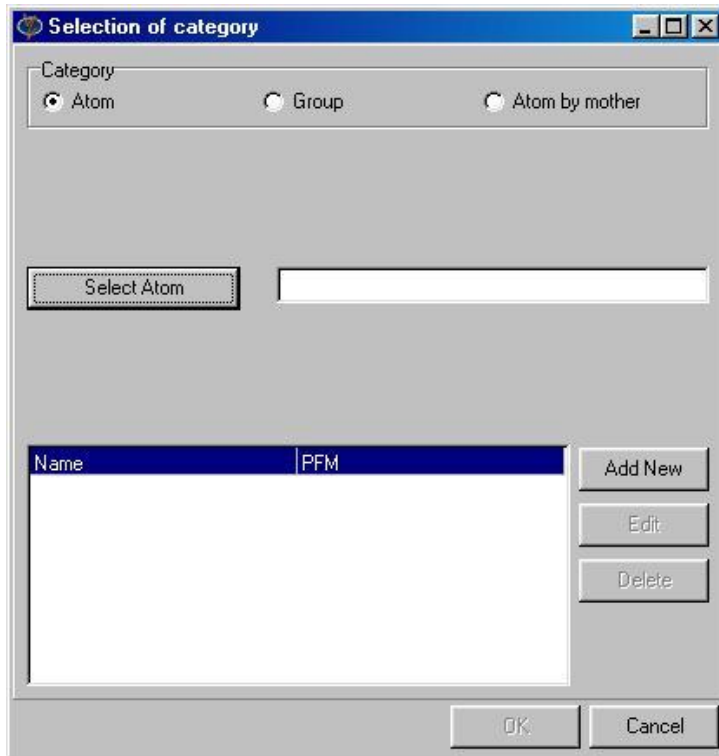


图 3: 种类的选择（原子）

- | | |
|------|--|
| 选择原子 | 一个有模型树的界面将出现。选择你的模型想要的原子。这个原子的名称便会出现。 |
| 添加 | 会出现一个界面（见图4），你可以从一个预先定义好的执行方式列表中选择。你同样可以为你选择的执行方式重新命名。 |
| 编辑 | 用于编辑一个基于原子的现成的执行方式 |
| 删除 | 取消一个基于原子的执行方式 |

2.3.1 标准执行方式列表说明（选项原子和母原子）

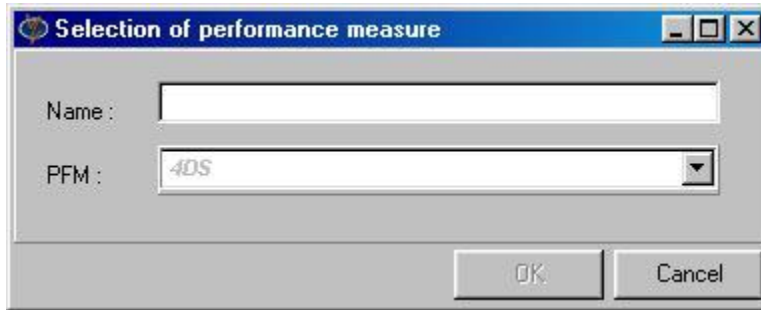


图 4：标准执行方式选择

以下图4列表中显示了所有可能的执行方式列表：

输出：	在观察期间脱离原子的产品数量。这一值在观察期开始时被重新设置为零。
输入：	在观察期间进入原子的产品数量。这一值在观察期开始时被重新设置为零。
容量：	在观察期结束时原子内部的产品数量。没有必要在观察期开始时对此值重新设置。
平均容量：	在观察期间同一时刻原子内部的产品数量的平均值。这一值在观察期开始时被重新设置为零。
最大容量：	在观察期间同一时刻原子内部的产品数量的最大值。这一值在观察期开始时被重新设置为现有容量。
平均停留时间：	产品在原子内部的平均时间，它是通过测量观察期间脱离原子的产品数量而得出的（见输出的定义）。对于每个产品而言用到了完整的停留时间。这也同样适用于在观察开始时就已经在原子内部的产品。平均停留时间的值在观察期开始时就被重新设置为零。
最大停留时间：	停留时间的最大值，这是通过测量在观察期间已经脱离原子的产品数量而得出的。这一值在观察期开始时被重新设置为零。

<i>表格:</i>	在观察期结束时保存一份原子表格的复本。用户必须自己定义重新设置值。
<i>状况:</i>	对于在观察期间原子所处的每一种状态而言，在这种状态下原子实际耗费的一部分时间值被返回。这些值在观察期开始时被重新设置为零。
<i>标注:</i>	在观察期结束时对你所选择的原子的标注值。用户必须自己定义重新设置值。
<i>属性:</i>	在观察期结束时对你所选择的原子的属性值。用户必须自己定义重新设置值。
<i>用户自定义:</i>	在观察期结束时对你所选择的原子的用户自定义代码值。用户必须自己定义重新设置值。

例子 4:

假设序列2是我们在模型中所选择的原子。通过添加我们可以选择AvgContent作为执行方式。我们可以将这种执行方式命名为‘Average Queue for Helpdesk’。点击OK确定并可以将更多的执行方式添加至这个或另一个原子中。

2.4 种类的选择（小组）

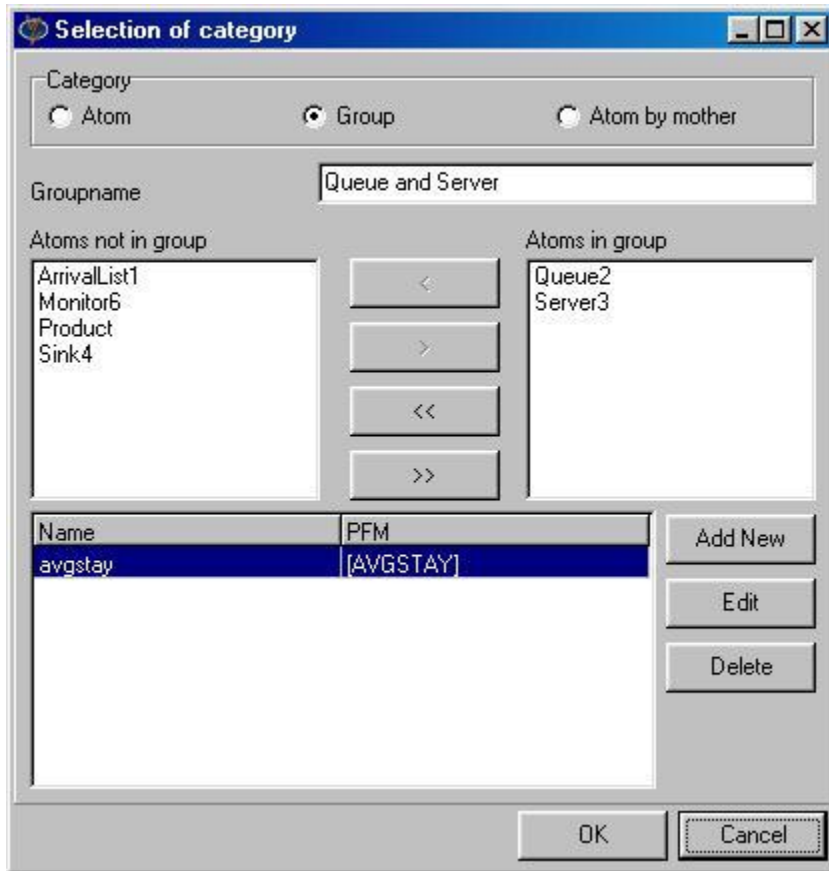


图 5: 种类的选择（小组）

小组名

你必须在这里输入小组的名称。

不在组内的原子

没有包括在小组定义中的原子列表。

组内的原子

包括在小组定义中的原子列表。

- > 将列表中一个选中的原子从左移到右
- < 将列表中一个选中的原子从右移到左
- >> 将所有原子从左移到右
- << 将所有原子从右移到左

章节2.3中说明了选项添加，编辑和取消。选择添加继续……

2.4.1 标准执行方式列表说明（选项组）

以下如图4的列表向我们展示了一个小组的八个可能的执行方式列表：

输出：	组内所有原子的输出量总和。
输入：	组内所有原子的输入量总和。
容量：	组内所有原子的容量总和。
平均容量：	组内所有原子的平均容量总和。
平均停留时间：	组内因子的加权平均，除组内因子k的输出量总和。

$$\frac{\sum_k avgstay(k) * output(k)}{\sum_k output(k)}$$

最大容量：	组内因子最大容量的最大值。
最大停留时间：	组内因子最大停留时间的最大值。
状况：	<p>在每种状况下，首先会计算出组内的一个原子在这种状况下实际所处的那部分时间。然后得出由总和减去在这种状况下所有的时间之后的数值，并用此值除以组内的原子数目。</p> <p>警告：这种执行方式只在所有组内成员的母原子相同时才有意义。</p>

2.5 种类的选择：母原子



图 6: 种类的选择：母原子

当你选择了选项选择母原子时，用于从库中选择原子的选择器就会出现。从库中选择想要的母原子。这时你的模型中所有这个母原子的原子就被选中了。按照如前所述的方式定义你的执行方式。

选项添加，编辑和取消与章节2.3中说明的用法相同。

2.5.1 标准执行方式列表说明（母原子）

见章节2.3.1：列表相同。

对执行方式的定义就描述到此。继续从执行方式列表到运行试验，接着点击开始试验按钮。如果你已经自动检测了选项，那么打开分析试验结果窗口，你将可以在试验完成时继续分析结果。

3. 分析试验结果

一旦模型被保存，那么最后一个试验的设置也会随之被保存。最后一个试验的结果被保存在两个文本文件中（试验结果.sim和试验组.sim），它们与模型保存在同一个目录中。因此可以稍后对试验结果进行分析。结果能够以不同的格式生成，包括大家熟知的.csv格式。结果将显示为置信区间，并且可以显示图表信息，也可以不显示图表信息。

我们有两种方式可以进入图7所示的结果界面：

1. 通过目录：试验，分析试验结果或者
2. 在运行完试验之后直接通过自动打开分析试验结果窗口

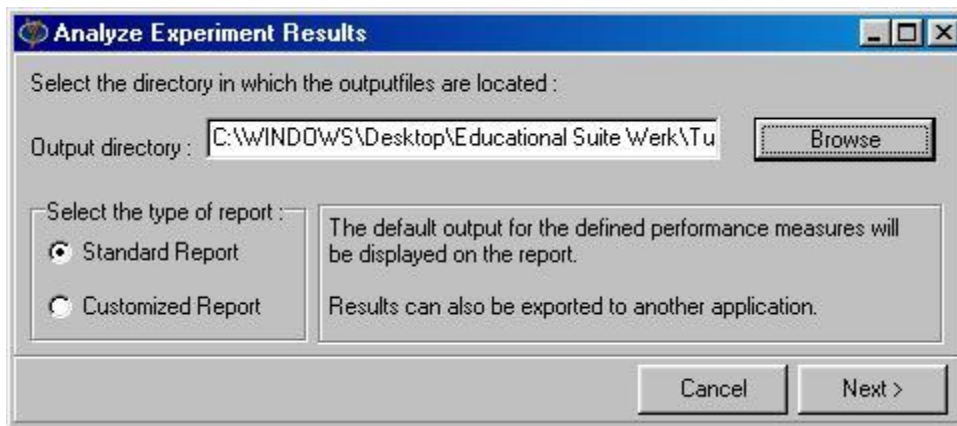


图 7: 分析试验结果

输出目录

你可以浏览查找你的结果文件所处的目录；.csv格式的报告同样被保存至此目录中。当打开一个模型时，模型目录将为默认的输出目录。否则任务目录（File | Preferences | General）将为默认的输出目录。

标准报告

生成一份预先定义好的置信区间报告（默认）

客户化

设计一份报告，自己选择数据和图表

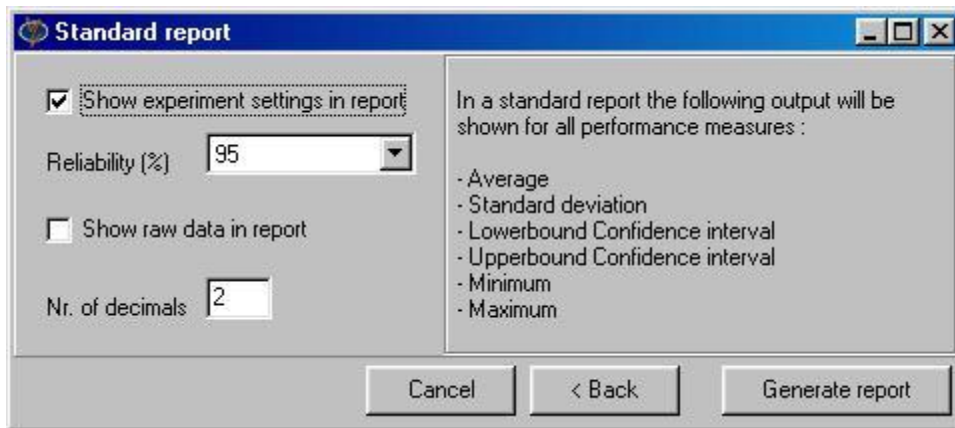


图 8: 设置一个标准报告

3.1 生成报告

你可以生成一份数据列表都预先定义好的标准报告（图8）或者一份用户化报告（图9），其中你有更多的选择，可以增添或排除某些数据：

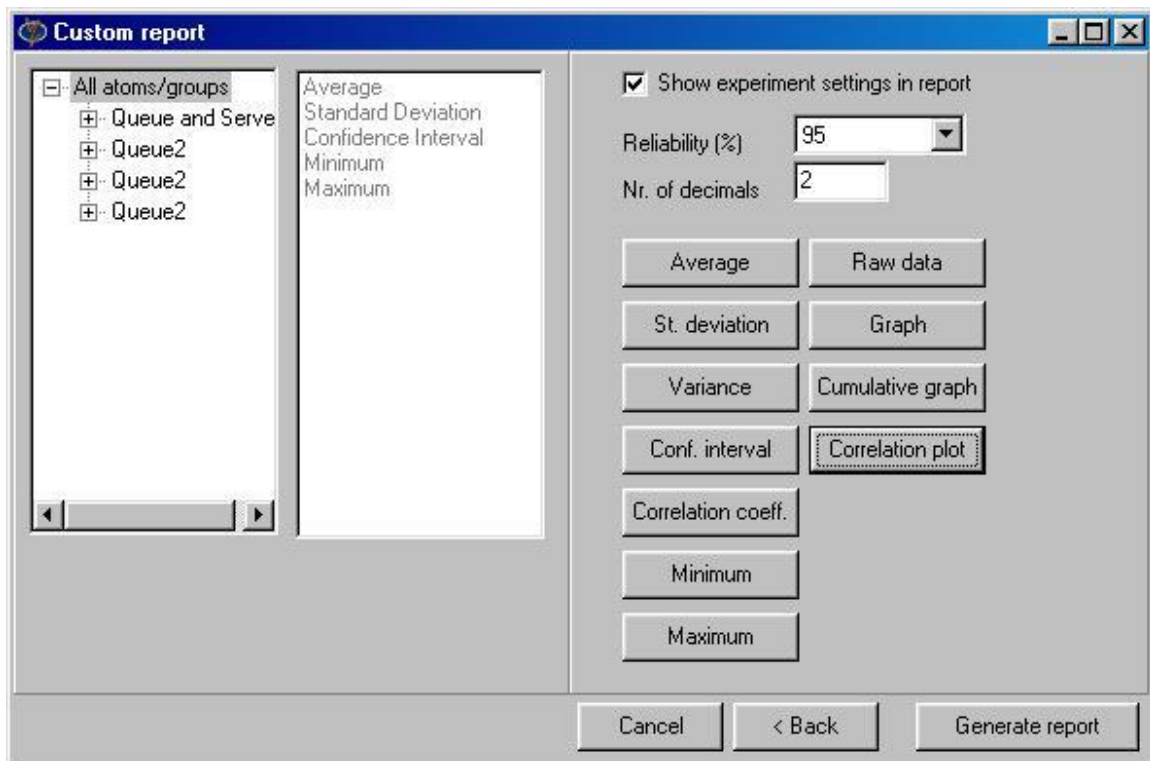


图 9: 设置一个客户化报告

我们只说明客户化报告的设置，因为两种设置都包括了许多相同的项目，并且用户化报告还包括了标准报告的数据。

PFM 树视窗和数据列表

当你选择树中的执行方式时，数据列表会为你显示出哪些数据将被包括进入那种指定的执行方式报告中。你可以通过屏幕右半部分的按钮为所选择的执行方式添加其他数据至列表中或者从列表中删除数据。

如果你已经选中了树视窗中的一个原子或组名或‘所有原子/组’选项，那么数据列表上所有的变化将会以选中的执行方式被执行。

在报告中显示试验设置

在报告中加上标头显示出以下信息：观察期的长度，预热期，运行次数，运行方式和试验描述。

信度（%）

在这里你可以选择一个比例作为你的置信区间想要达到的信度。预先定义好的列表中包含的值有80，85，90，95（默认）和99（见章节1中对置信区间的解释）。

小数点位数

设置执行方式的数据所使用的小数点位数。

生成报告

首先在Enterprise Dynamics中生成一份表格，其中含有所有你包括在报告定义中的信息。随后这些信息可以显示在报告预览中，同时也可以导出至一个.csv（=comma separated file逗号隔开文件）中，此文件又可以导入至Excel。

数据按钮

对于每个执行方式，在每个观察期*i*之后记录下观察 w_i 。在图10中你可以看到每个数据是如何基于数据 w_1, w_2, \dots, w_n 计算的，其中*n*是观察期的数目。

Statistics	Formula
Average	$\bar{w} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{n}$
Standard deviation	$s = \sqrt{\text{variance}}$
Variance	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w})^2}{(n-1)}$
Precision (Absolute)	$= \begin{cases} t_{(n-1, 1-\frac{1}{2}\alpha)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} & \text{for } n \leq 30 \\ \mu_{1-\frac{1}{2}\alpha} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} & \text{for } n > 30 \end{cases}$

Confidence interval	$= \begin{cases} \bar{w} \pm t_{\left(n-1, 1-\frac{1}{2}\alpha\right)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} & \text{for } n \leq 30 \\ \bar{w} \pm \mu_{1-\frac{1}{2}\alpha} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} & \text{for } n > 30 \end{cases}$
Correlation coefficient	$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} ((w_{i+1} - \bar{w}) \cdot (w_i - \bar{w}))}{(n-1) \cdot s^2} \quad \text{with } -1 \leq r \leq 1$
Minimum	$\min = \min_{i \in \{1, n\}} (w_i)$
Maximum	$\max = \max_{i \in \{1, n\}} (w_i)$
Raw data	$\{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n\}$

图 10: 统计列表的数学后台

置信区间的下限和上限可以从图10中的公式中获得：平均值±精度(precision)。值 $t_{n-1, 1-1/2\alpha}$ 和 $\mu_{1-1/2\alpha}$ ，其中 $\alpha = 1 - \text{Reliability}$ （信度），可以从t-值表格中得出，关于统计学的书中对t-值表格都有介绍。

如果你点击统计量的名称，那么此量就会添加至统计列表中。同时也在你的报告中。再次点击名称按钮会清除该统计量。

最后三个选项会在你的报告中生成图表：

图表	显示每个观察i的样本观察 w_i
累积图表	显示 w_1, w_2, \dots, w_n 的移动平均数 这形象地说明了平均数 w 达到的速度
相关性图表	样本观察 w_i 和 $w_{i+1}, i=1,2,\dots,n-1$ 如果这些结果并不相关，这些点将会在区域内处于分散状态。

3.2 结果表格

Results Table							
Observation period :	3600						
Warmup period :	0						
Number of observations	5						
Simulation method :	Separate run						
Description :							
Atom :	Queue2						
		Average	St.Deviation	Lower bound	Upper bound	Minimum	Maximum
Maximum Wait		103.94	29.51	67.29	140.58	68.68	130.68
Atom :	Queue2						
		Average	St.Deviation	Lower bound	Upper bound	Minimum	Maximum
Avg Wait Time		23.37	7.60	13.93	32.81	14.68	30.35

图 11: 结果表格

结果表格包括了基于你的报告定义的所有信息。右击第一行的鼠标来调整栏宽。为了复制表格中选中的区域，你可以右击并且从弹出的菜单中选择复制选项。（见图11）。

这份报告是Enterprise Dynamics中的表格，可以有许多行和列。你很容易从表格中复制数据并将其粘贴至Excel中，但是大多数情况下，粘贴的数据不适合打印。

报告预览

在窗口中显示.qrp 格式的报告。你可以打印，保存或重新下载这些报告。Qrp 是指快速报告文件，它清楚地给出了报告的第一印象——尤其是如果你在用户化报告选项中添加了图表信息的话。这些报告中不包括原始数据。

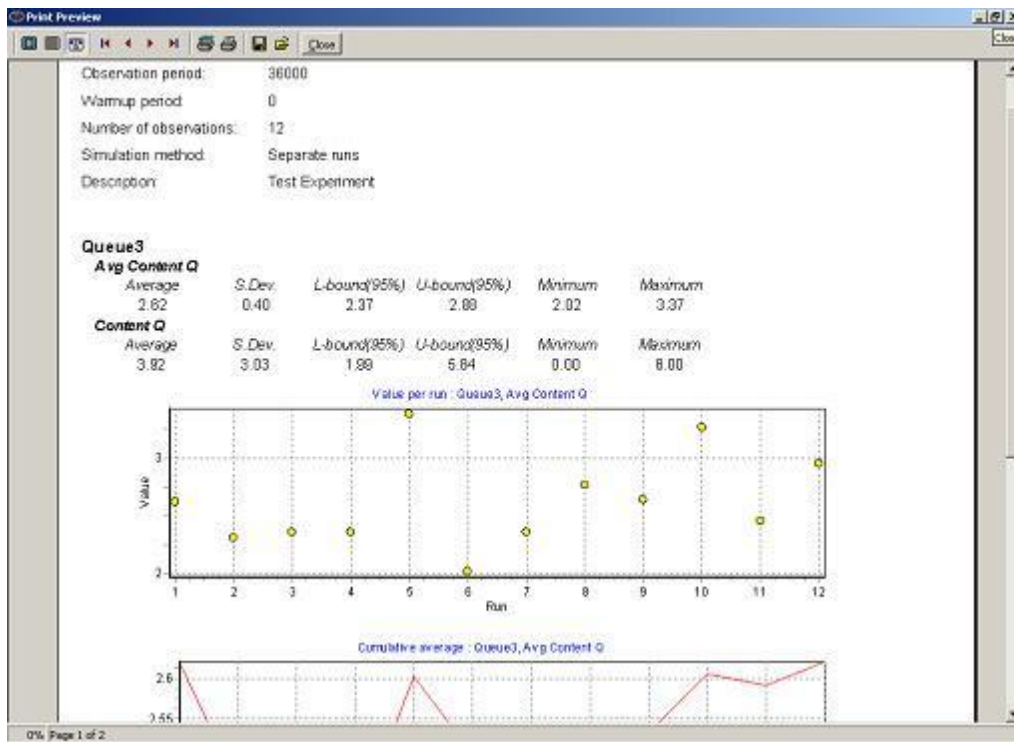


图 12: 一个qrp格式报告的例子

将表格保存为.csv

生成报告的命名为**report.csv**，保存至输出文件所处的目录中。你可以将这份逗号隔开的文件导出至**Excel**以供以后分析。

对试验向导以及如何生成结果报告的说明到此为止……