

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer

OptQuest 用户指南

版本 11.1.2.4

## 版权声明

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer OptQuest 用户指南, 11.1.2.4

版权所有 © 1988, Oracle 和/或其附属公司。保留所有权利。

作者：EPM 信息开发组

Oracle 和 Java 是 Oracle 和/或其附属公司的注册商标。其他名称可能是各自所有者的商标。

Intel 和 Intel Xeon 是 Intel Corporation 的商标或注册商标。所有 SPARC 商标均是 SPARC International, Inc 的商标或注册商标，并应按照许可证的规定使用。AMD、Opteron、AMD 徽标以及 AMD Opteron 徽标是 Advanced Micro Devices 的商标或注册商标。UNIX 是 The Open Group 的注册商标。

本软件和相关文档是根据许可证协议提供的，该许可证协议中规定了关于使用和公开本软件和相关文档的各种限制，并受知识产权法的保护。除非在许可证协议中明确许可或适用法律明确授权，否则不得以任何形式、任何方式使用、拷贝、复制、翻译、广播、修改、授权、传播、分发、展示、执行、发布或显示本软件和相关文档的任何部分。除非法律要求实现互操作，否则严禁对本软件进行逆向工程设计、反汇编或反编译。

此文档所含信息可能随时被修改，恕不另行通知，我们不保证该信息没有错误。如果贵方发现任何问题，请书面通知我们。

如果将本软件或相关文档交付给美国政府，或者交付给以美国政府名义获得许可证的任何机构，必须符合以下规定：

### U.S. GOVERNMENT END USERS:

Oracle programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, delivered to U.S. Government end users are "commercial computer software" pursuant to the applicable Federal Acquisition Regulation and agency-specific supplemental regulations. As such, use, duplication, disclosure, modification, and adaptation of the programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, shall be subject to license terms and license restrictions applicable to the programs. No other rights are granted to the U.S. Government.

本软件或硬件是为了在各种信息管理应用领域内的一般使用而开发的。它不应被应用于任何存在危险或潜在危险的应用领域，也不是为此而开发的，其中包括可能会产生人身伤害的应用领域。如果在危险应用领域内使用本软件或硬件，贵方应负责采取所有适当的防范措施，包括备份、冗余和其它确保安全使用本软件或硬件的措施。对于因在危险应用领域内使用本软件或硬件所造成的一切损失或损害，Oracle Corporation 及其附属公司概不负责。

本软件或硬件以及文档可能提供了访问第三方内容、产品和服务的方式或有关这些内容、产品和服务的信息。对于第三方内容、产品和服务，Oracle Corporation 及其附属公司明确表示不承担任何种类的担保，亦不对其承担任何责任。对于因访问或使用第三方内容、产品或服务所造成的任何损失、成本或损害，Oracle Corporation 及其附属公司概不负责。





# 目录

文档可访问性 .....	9
文档反馈 .....	10
第 1 章. 欢迎使用 .....	11
简介 .....	11
本手册的组织方式 .....	11
屏幕抓图说明 .....	12
获得帮助 .....	12
其他资源 .....	12
第 2 章. 概述 .....	13
简介 .....	13
OptQuest 的用途 .....	13
OptQuest 的工作原理 .....	14
关于优化模型 .....	15
优化目标 .....	16
预测统计值 .....	16
最小化或最大化 .....	16
要求 .....	16
要求示例 .....	17
决策变量 .....	17
约束 .....	18
模型和解决方案可行性 .....	18
有效边界分析 .....	19
有效组合 .....	19
OptQuest 和处理能力 .....	20
第 3 章. 设置和优化模型 .....	21
简介 .....	21
概述 .....	21
低于 11.1.1.x 版本的 OptQuest 用户需知 .....	22
制作 Crystal Ball 优化模型 .....	22
制作工作表 .....	22
定义假设、决策变量和预测 .....	23
设置 Crystal Ball 运行首选项 .....	23
启动 OptQuest .....	23
选择预测目标 .....	24
选择要优化的决策变量 .....	25
指定约束 .....	26
在“简单输入”模式下指定约束 .....	26
在“高级输入”模式下指定约束 .....	27

高级输入示例 .....	27
约束编辑器和相关按钮 .....	28
约束规则和语法 .....	29
“高级输入”模式下的约束和单元格引用 .....	30
约束类型 .....	31
使用批量约束 .....	31
批量约束的规则 .....	31
批量约束示例 .....	32
设置选项 .....	36
高级选项 .....	36
运行优化 .....	37
OptQuest 控制面板按钮和命令 .....	37
“OptQuest 结果”窗口 .....	38
最佳解决方案视图 .....	38
解决方案分析视图 .....	40
有效边界图表 .....	42
解释结果 .....	43
查看解决方案分析 .....	44
上下限分析 .....	44
敏感度分析 .....	44
运行较长的结果模拟 .....	44
打印 OptQuest 结果 .....	45
在 Crystal Ball 中查看图表 .....	45
创建 OptQuest 报表 .....	45
提取 OptQuest 数据 .....	48
保存优化模型和设置 .....	49
关闭 OptQuest .....	50
在 OptQuest 中设置有效边界分析 .....	50
有效边界的可变界限示例 .....	50
从 .opt 文件传送设置 .....	50
详细了解 OptQuest .....	52

## 第 4 章. OptQuest 教程 ..... 53

简介 .....	53
教程 1 - Futura Apartments 模型 .....	53
运行 OptQuest .....	54
教程 2 - Portfolio Allocation 模型 .....	60
问题说明 .....	60
使用 OptQuest .....	61
创建 Crystal Ball 模型 .....	61
定义决策变量 .....	63
启动 OptQuest 并定义预测目标 .....	63
选择要优化的决策变量 .....	64
指定约束 .....	65

设置选项并运行优化 .....	67
解释结果 .....	69
编辑优化设置 .....	70
解释结果 .....	73
Portfolio Allocation 优化小结 .....	73
词汇表 .....	75





---

# 文档可访问性

---

有关 Oracle 对可访问性的承诺，请访问 Oracle Accessibility Program 网站 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=docacc>。

## 获得 Oracle 支持

Oracle 客户可以通过 My Oracle Support 获得电子技术支持。有关信息，请访问 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=info>。如果您有听力障碍，请访问 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=trs>。

---

# 文档反馈

---

请将有关此文档的反馈发送至：epmdoc\_ww@oracle.com

有关 EPM 信息开发小组的最新动态，请访问以下社交媒体网站：

LinkedIn - [http://www.linkedin.com/groups?gid=3127051&goback=.gmp\\_3127051](http://www.linkedin.com/groups?gid=3127051&goback=.gmp_3127051)

Twitter - <http://twitter.com/hyperionepminfo>

Facebook - <http://www.facebook.com/pages/Hyperion-EPM-Info/102682103112642>

Google+ - <https://plus.google.com/106915048672979407731/#106915048672979407731/posts>

YouTube - <http://www.youtube.com/user/OracleEPMWebcasts>

# 1

## 欢迎使用

在此部分：

简介 .....	11
本手册的组织方式 .....	11
屏幕抓图说明 .....	12
获得帮助 .....	12
其他资源 .....	12

## 简介

欢迎使用 OptQuest - Oracle Crystal Ball Decision Optimizer 中的一项优化功能。

OptQuest 可以自动搜索和查找模拟模型的最优解决方案，从而增强了 Crystal Ball Decision Optimizer。模拟模型本身只能为您提供在各种情况下一系列可能的结果。它们无法告知您如何对情况进行控制以取得最佳结果

利用高级优化技术，OptQuest 可以找到适当的变量组合来生成准确的结果。假设您使用模拟模型来回答诸如“下个月的销量可能是多少？”这样的问题。现在，您可以找到能够最大化每月销量的价位。假设您问“这个新油田的生产率会是多少？”现在，您还能确定要钻多少口井才能最大化净现值。假设您想知道“我应该选择哪个股票投资组合？”有了 OptQuest，您可以选择一个收益最大而风险有限的组合。

带有 OptQuest 的 Crystal Ball Decision Optimizer 易于学习和使用。借助其基于向导的设计，在不到一小时的时间内，您就能开始优化自己的模型。您只需了解如何使用 Crystal Ball 电子表格模型即可。在此基础上，本手册将逐步指导您，为您解释 OptQuest 术语、程序和结果。

## 本手册的组织方式

除“欢迎使用”这一章之外，《OptQuest 用户手册》还包括下面几个章节和附录：

- [第 13 页的第 2 章，“概述”](#)

这一章介绍优化模型及其组成部分。

- [第 21 页的第 3 章，“设置和优化模型”](#)

这一章对在 OptQuest 中设置和运行优化进行逐步说明。

- [第 53 页的第 4 章，“OptQuest 教程”](#)

这一章包含两个教程，其设计意图是为您快速概述 OptQuest 的功能，并向您展示如何使用该程序。如果您需要对 OptQuest 有基本的了解，请阅读这一章。

- 词汇表

这一节汇总了特定于 OptQuest 的术语以及本手册中使用的统计术语。

有关 OptQuest 的示例、关于 OptQuest 工作原理和优化性能的信息以及参考书目，请参阅《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》。

有关 OptQuest 菜单的摘要以及可直接从键盘执行的命令的列表，请参阅《Oracle Crystal Ball Accessibility Guide》。



## 屏幕抓图说明

除非另有说明，否则本文档中的所有屏幕抓图均使用 Crystal Ball 运行首选项随机种子设置 999 而生成。

由于各种系统配置之间存在舍入差异，因此您获得的计算结果可能与示例中所示的值稍有不同。

## 获得帮助

在 OptQuest 中执行操作时，可以采用多种方式显示联机帮助：

- 在对话框中单击“帮助”按钮 。
- 单击 Crystal Ball 功能区末端的“帮助”按钮 。
- 在对话框中按 F1。



注：

按 F1 时显示的是 Microsoft Excel 帮助，除非您正在查看“分布库”或其他 Crystal Ball 对话框。



提示：

帮助打开后，“搜索”选项卡处于选中状态。单击“目录”选项卡可查看帮助目录。

## 其他资源

Oracle 提供了技术支持、培训和其他资源，帮助您提高 Crystal Ball 产品的使用效果。

有关所有这些资源的更多信息，请访问 Crystal Ball 网站：

<http://www.oracle.com/crystalball>

# 2

## 概述

在此部分：

简介 .....	13
OptQuest 的用途 .....	13
OptQuest 的工作原理 .....	14
关于优化模型 .....	15
优化目标 .....	16
决策变量 .....	17
约束 .....	18
模型和解决方案可行性 .....	18
有效边界分析 .....	19
OptQuest 和处理能力 .....	20

### 简介

本章介绍优化模型的三个主要元素：目标、决策变量和可选约束。此外，还介绍涉及不确定性的模型所需的其他元素，例如预测统计值和要求。最后探讨可行性、有效边界分析，以及优化与 Crystal Ball 处理能力功能的配合使用。

### OptQuest 的用途

大多数模拟模型都包含您可以控制的变量，例如要收取多少租金或投入多少资金。在 Crystal Ball 中，这些受控制的变量称为决策变量。能否找到最佳决策变量值关乎是实现重要目标还是错失该目标。

获得最佳值通常要求您以迭代或即席方式进行搜索。比较严格的方法会系统地枚举所有可能的备选方案。即使对于较小的模型，该过程也可能非常繁琐耗时，并且通常不清楚如何在不同的模拟之间调整值。

OptQuest 以智能方式搜索模拟模型的最优解决方案，由此克服了即席和枚举方法的限制。您要首先在 OptQuest 中描述优化问题，然后让其搜索能够最大化或最小化预定义目标的决策变量值。在几乎所有情况下，OptQuest 都会在大量可能的备选方案中有效地找到最优解决方案或接近最优的解决方案，即使仅探究其中一小部分也能如此。

要了解 OptQuest 的用途，最简单的方式是将其应用到简单的示例中。[第 53 页的“教程 1 - Futura Apartments 模型”](#)演示了基本的 OptQuest 操作。

## OptQuest 的工作原理

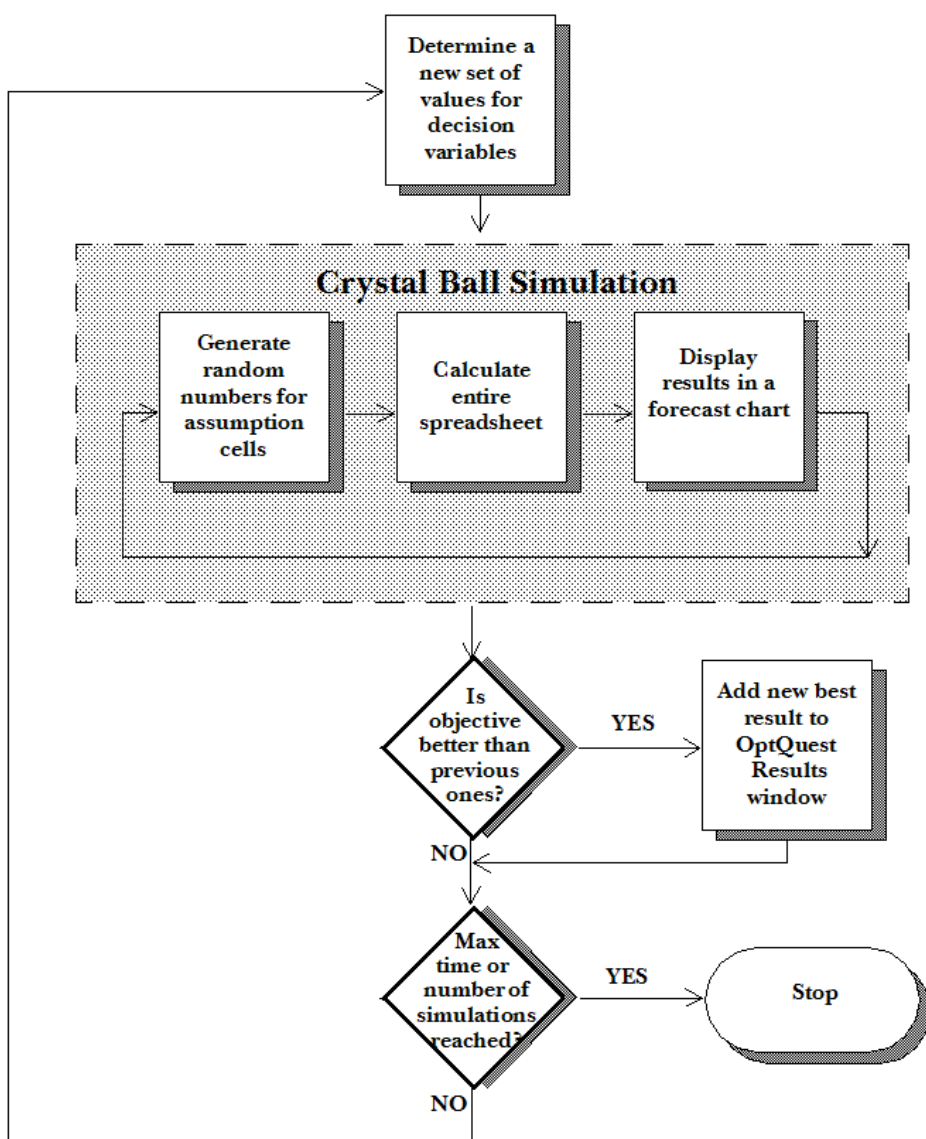
如果给定了起点而且准确知道模型数据，采用传统搜索方法查找局部解决方案效果很好。但是，对于不确定性很高的实际问题，采用这些方法无法搜索全局解决方案。优化领域最近开发设计了高效的搜索方法，能够为涉及不确定性元素的复杂问题查找最优解决方案。

OptQuest 纳入了启发式演算法来指引搜索算法获得更好的解决方案。这种方法采用适应性记忆形式来记住之前行之有效的解决方案，将其重组成更好的新解决方案。由于这项技术并不采用普通解算程序的爬山方法，因此不会陷入局部解决方案，也不会因干扰性（不确定的）模型数据而失去效用。您可以在《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》中 OptQuest 部分列出的公共参考资料中找到有关 OptQuest 搜索方法的更多信息。

在您描述优化问题（通过选择决策变量和目标，可能还要施加约束和要求）后，OptQuest 会调用 Crystal Ball，根据模拟模型求出几组不同的决策变量值。OptQuest 会求出模拟模型统计输出的值，对其进行分析并将其与之前运行模拟的输出合并在一起，确定要求出的一组新值。这是相继生成几组新值的迭代过程。这些值并非全都能改善目标，但是经过一段时间，该过程可以呈现一个非常有效的轨迹，进而得到最佳解决方案。

如以下流程图中所示，搜索过程一直继续，直到 OptQuest 达到某些终止标准为止，终止标准是对搜索所用时间长度或最大模拟次数的限制。

图 1. OptQuest 流程



## 关于优化模型

在当今竞争激烈的全球经济环境中，人们面临着许多艰难的决策。这些决策可能涉及数千乃至数百万潜在的备选方案。模型可以在分析决策和查找好的解决方案方面提供重要协助。模型捕捉问题最重要的特点，以一种易于解释的形式将其呈现出来。模型通常会提供仅凭直觉无法得知的分析见解。

OptQuest 优化模型包含四个主要元素：目标、可选要求、Crystal Ball 决策变量和可选约束。

- [第 16 页的优化目标](#) - 这种元素表示优化的预定目标，例如根据预测和相关的决策变量最大化收益或最小化成本。
- [第 16 页的要求](#) - 对预测统计值施加的可选限制。必须满足所有要求，才能认为解决方案可行。

- [第 17 页的决策变量](#) - 您可以控制的变量，例如制造的产品数量、在不同投资之间分配的金额，或者从有限的一组项目中选择哪些项目。
- [第 18 页的约束](#) - 对决策变量值施加的可选限制。例如，某个约束可以确保在不同投资之间分配的总金额不会超过指定金额，或者从特定的一组项目中最多能选择一个项目。

有关设置模型和运行优化的直接体验，请参阅[第 60 页的“教程 2 - Portfolio Allocation 模型”](#)。

## 优化目标

每个优化模型都有一个目标，从数学角度将模型的目标表示成假设和决策变量单元格的函数，以及模型中的其他公式。OptQuest 的任务是通过选择和改善不同的决策变量值来查找最佳目标值。

如果模型数据不确定，只能使用概率分布加以描述，对于任意一组决策变量，目标本身都呈现某种概率分布。您可以将目标定义为预测并使用 Crystal Ball 模拟模型，由此查找这种概率分布。

## 预测统计值

您不能使用整个预测分布作为目标，但是必须使用一个综合性度量来确定分布的特征，以便比较两种分布并选择较好的一个。所以，要使用 OptQuest，您必须选择一项预测的统计值，将其作为目标。您还必须选择是最大化还是最小化目标，亦或是将其设置为目标值。

选择的统计值取决于预定的目标。要最大化或最小化某数量，通常使用平均值或中位数作为集中趋势的度量，两者中平均值更为常用。但是，对于高度偏斜的分布，两者中平均值可能较不稳定（标准误差较大），所以中位数成为更好的集中趋势度量。

X-Y 几率统计只能用于要求，不能用于目标。

要最小化整体风险，目标的标准偏差和方差是要使用的两项最佳统计值。要最大化或最小化目标极值，低或高百分点可能是适当的统计值。要控制目标的形态或范围，可以使用偏斜程度、峰度或确定性统计值。如果使用六西格玛或其他处理质量程序，定义目标时可能要使用处理能力量度。有关这些统计值的更多信息，请参阅词汇表、联机帮助和联机《Oracle Crystal Ball Statistical Guide》。

## 最小化或最大化

您希望最大化还是最小化目标取决于您选择要优化的统计值。例如，如果您要预测收益，选择平均值作为统计值，您会希望最大化平均收益。但是，如果您选择标准偏差作为统计值，您可能希望将其最小化，以限制预测的不确定性。

## 要求

要求限制预测统计值。要求不同于约束，因为约束限制决策变量（或者决策变量之间的关系）。要求在其他文献中有时称为概率约束、机会约束、边际约束或目标。

定义要求时，首先要选择预测（目标预测或其他预测）。与目标一样，然后要选择该预测的统计值，但不使其最大化或最小化，而是为其指定上限、下限或两者（一个范围）。



如果要执行有效边界分析，可以定义具有可变界限的要求。有关更多信息，请参阅第 19 页的“有效边界分析”。

## 要求示例

在第 53 页的第 4 章，“OptQuest 教程”的 Portfolio Allocation 示例中，投资者想要施加一个条件，限制总回报的标准偏差。由于标准偏差是预测统计值而非决策变量，因此这一限制是一项要求。

下面举例说明了您可以为预测统计值指定的要求：

95th percentile >= 1000

-1 <= skewness <= 1

Range 1000 to 2000 >= 50% certainty

## 决策变量

决策变量是模型中的变量，您可以对其进行控制，例如收取多少租金或在共同基金上投入多少资金。决策变量不是 Crystal Ball 模型必需的变量，却是 OptQuest 模型必需的变量。在 Crystal Ball 功能区中单击“定义决策”按钮来定义 Crystal Ball 中的决策变量。

在 Crystal Ball 中定义决策变量时，要为其定义：

- 界限 - 定义变量的上限和下限。OptQuest 仅在这些限制内搜索决策变量的解决方案。
- 类型 - 定义变量类型是离散、连续、二进制、类别还是自定义：
  - 连续 - 变量可以是小数（即不必是整数），可以取下限和上限之间的任何值；不需要步长，给定的任何范围均包含无限个可能的值。
  - 离散 - 变量的取值只能等于下限加上步长的倍数；步长是大于零但小于变量范围的任意数。
  - 二进制 - 决策变量可以是 0 或 1，表示是或否的决策，其中 0 表示否，1 表示是。
  - 类别 - 决策变量表示属性和索引；可以取下限和上限之间（含）的任何离散整数，值的顺序（方向）无关紧要（名义上）。上下限必须是整数。
  - 自定义 - 决策变量可以取特定值列表（两个或更多个值）中的任何值。您可以将一系列值或一系列值的单元格引用输入电子表格。如果使用单元格引用，它必须包含多个单元格，才能存在两个或更多个值。范围中的空值和非数字值将被忽略。如果在列表中输入值，应该用有效的列表分隔符将其分隔，分隔符可以是逗号、分号或者在 Windows 地区和语言设置中指定的其他值。

有关详细信息，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

- 步长 - 定义规定范围内离散决策变量连续值之间的差异。例如，如果某个离散决策变量范围是 1 到 5，步长大小是 1，它的取值只能是 1、2、3、4 或 5；如果某个离散决策变量范围是 0 到 2，步长大小是 0.25，它的取值只能是 0、0.25、0.5、0.75、1.0、1.25、1.5、1.75 和 2.0。

单元格值将成为优化的基本情况值或起始值。



注：

如果更改决策变量类型导致基本情况值超出该类型有效值的范围，将选择新的基本值。基本情况值将更改为新类型的最接近的可接受值。

在优化模型中，您要从定义的所有决策变量的列表中选择要优化的决策变量。选定决策变量的值将随每次模拟而改变，直到在时间或模拟限制范围内找到各个决策变量的最佳值为止。

## 约束

约束是优化模型中的可选设置。它们通过定义决策变量之间的关系对其进行限制。例如，如果两项共同基金的总投资额必须是 \$50,000，您可以将其定义为：

```
mutual fund #1 + mutual fund #2 = 50000
```

OptQuest 只考虑这两项共同基金总和等于 \$50,000 的值组合。

或者，如果预算将燃油交通服务费限于 \$2,500，您可以将其定义为：

```
gasoline + service <= 2500
```

在这种情况下，OptQuest 只考虑燃油交通服务费等于或小于 \$2,500 的值组合。

并非所有优化模型都需要约束。

## 模型和解决方案可行性

可行的解决方案是指满足定义的所有约束和要求的解决方案。如果没有决策变量值的组合能够满足全部要求和约束，解决方案便不可行。请注意，解决方案（即决策变量的一组值）可能会因无法满足问题要求或约束而不可行，但这并不意味着问题或模型本身不可行。

然而，定义约束和要求的方式可能会使整个模型不可行。例如，假设在第 1 章的 Portfolio Allocation 问题中，投资者坚持根据以下约束寻找最佳投资组合：

```
Income fund + Aggressive growth fund <= 10000
```

```
Income fund + Aggressive growth fund >= 12000
```

显然，不存在会使收益基金和积极成长型基金总和不超过 \$10,000 而同时大于或等于 \$12,000 的投资组合。

或者，还是这个示例，假设决策变量的上下限是：

```
$15,000 <= Income fund <= $25,000
```

约束是：

```
Income fund <= 5000
```

这样也会导致问题不可行。

您可以解决按约束构造的关系不一致的问题，从而让不可行的问题变得可行。OptQuest 会检测按约束不可行的优化模型，并将其报告给您。

如果模型按约束可行，OptQuest 总是会寻找一个可行的解决方案，并搜索最优解决方案（即满足所有约束的最优解决方案）。

如果优化模型包含要求，按约束可行的解决方案按一项或多项要求可能不可行。

首先满足约束可行性后，OptQuest 假设用户接下来最重要的任务是寻找按要求可行的解决方案。因此，它专注于寻找按要求可行的解决方案，然后在模型中目标的推动下改进该解决方案。

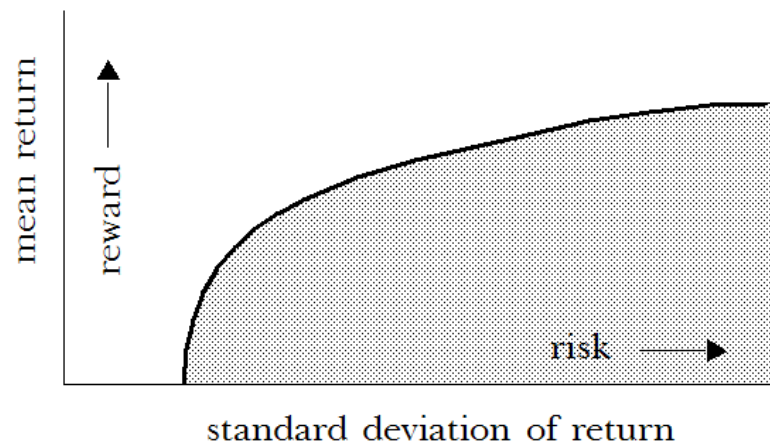
## 有效边界分析

有效边界分析计算一条曲线，这条曲线描绘目标值随要求或约束的变化。典型的用途是比较不同风险级别的投资组合回报，以使投资者能够最大化回报并最小化风险。如果您要使用这种类型的分析，需要为要求或约束界限定义值范围。有关说明和更多信息，请参阅第 50 页的“在 OptQuest 中设置有效边界分析”。

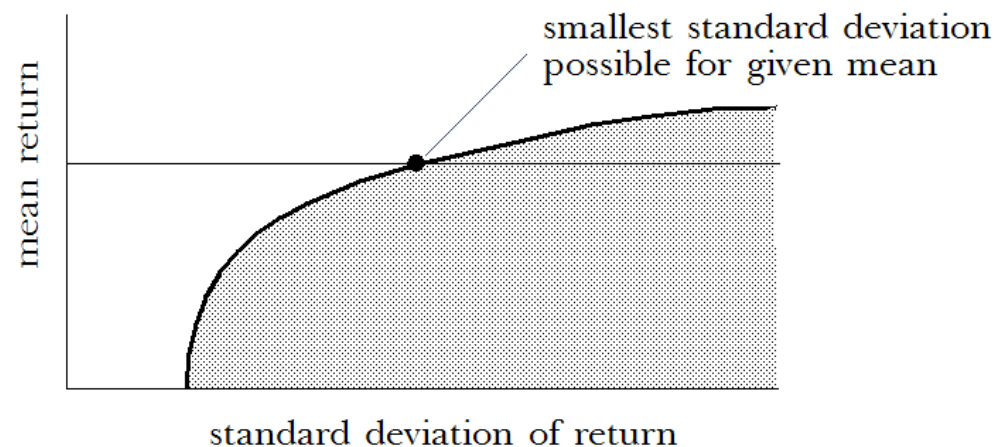
有效边界分析的一个用途是以最有效的方式在投资组合之间分配资金。Portfolio Revisited EF.xlsx 的描述页面介绍了这种技术。后面的第 19 页的“有效组合”提供了背后的概念。

## 有效组合

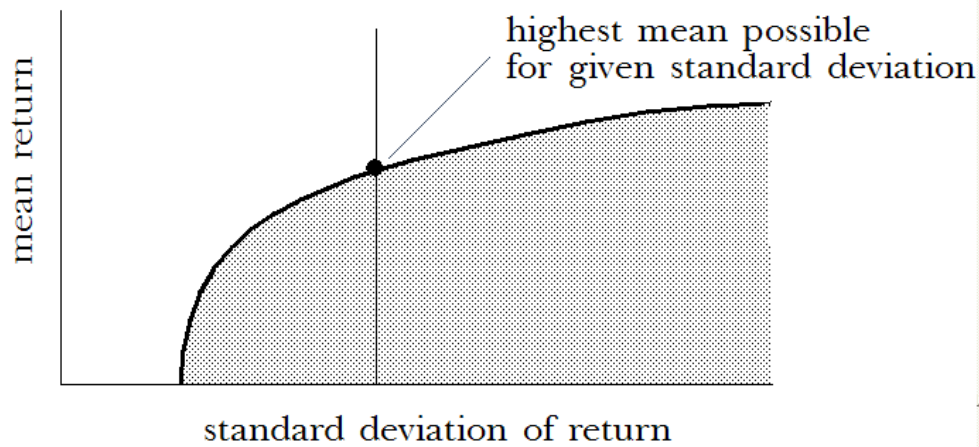
对于 Portfolio Revisited.xlsx 中描述的资产，如果研究一下所有可能的投资战略组合，您会发现，每个组合都有特定的平均回报以及与其关联的回报标准偏差。在一个轴上绘制平均值，在另一个轴上绘制标准偏差，创建的图形类似于：



在曲线上或曲线下方的点（低于曲线的值）表示可能的投资组合。曲线上方的点（高于曲线的值）表示在给定特定资产的情况下无法得到的组合。对于给定的任何平均回报，一个组合具有可能的最小标准偏差。该组合在曲线与平均回报交叉的点上。



同样，对于给定的任何回报标准偏差，一个组合有可实现的最高平均回报。该组合在曲线与回报标准偏差交叉的点上。



直接在曲线上的组合称为“有效组合”（请参阅《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》中 OptQuest 部分的公共参考资料中列出的 Markowitz 于 1991 年发布的理论），因为在不生成更高标准偏差的情况下不可能获得更高的平均回报，在不生成更低平均回报的情况下也不可能获得更低的标准偏差。有效组合的曲线通常称为“有效边界”。

值低于曲线的组合称为“无效组合”，表示存在更好的组合：回报更高和/或标准偏差更低。

第 60 页的“教程 2 - Portfolio Allocation 模型”中的示例使用了一个技巧在有效边界上搜索最优解决方案。这种方法使用回报的平均值和标准偏差作为平衡风险与报酬的标准。

您也可以使用其他选择组合的标准。您可以选择中位数或众数作为集中趋势的度量，而不使用平均回报。这些选择标准称为“有效中位数-标准偏差”或“有效众数-标准偏差”。您可以选择方差、范围下限或百分点下限作为风险或不确定性的度量，而不使用回报标准偏差。这些选择标准称为“有效平均值-方差”、“有效平均值-范围下限”或“有效平均值-百分点”。

众数通常仅适用于离散值预测分布，在这种情况下，不同的值在模拟过程中可能出现多次。

## OptQuest 和处理能力

您可以使用 OptQuest 来支持处理能力项目，例如六西格玛、六西格玛设计 (DFSS)、精益原则和类似的质量改进措施。为此，请在“运行首选项”对话框的“统计值”选项卡上选择“计算能力量度”来激活 Crystal Ball 处理能力功能。执行该操作后，在“定义预测”对话框中定义预测的规格下限 (LSL) 和/或规格上限 (USL)。（您还可以定义可选值目标。）

定义至少一个规格限制后，即可优化该预测的能力量度。处理力量度连同其他预测统计值一起显示在“OptQuest 目标”面板中。将值复制回模型后，优化的值、相关预测图和能力量度表格将显示在工作簿中。有关更多信息，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

# 3

## 设置和优化模型

在此部分：

简介 .....	21
概述 .....	21
制作 Crystal Ball 优化模型 .....	22
启动 OptQuest .....	23
选择预测目标 .....	24
选择要优化的决策变量 .....	25
指定约束 .....	26
设置选项 .....	36
运行优化 .....	37
解释结果 .....	43
保存优化模型和设置 .....	49
关闭 OptQuest .....	50
在 OptQuest 中设置有效边界分析 .....	50
从 .opt 文件传送设置 .....	50
详细了解 OptQuest .....	52

### 简介

本章介绍如何一步一步地使用 OptQuest。另外，还详细说明 OptQuest 中的各个面板和对话框。

### 概述

► 要使用 OptQuest 设置并优化模型，请执行以下步骤：

1. 为问题创建 Crystal Ball 模型。
2. 在 Crystal Ball 中定义决策变量。
3. 在 OptQuest 中，选择预测目标并定义任意要求。
4. 选择要优化的决策变量。
5. 为决策变量指定任意约束。

6. 选择优化设置。
7. 运行优化。
8. 解释结果。

## 低于 11.1.1.x 版本的 OptQuest 用户需知

如果您使用的 OptQuest 版本低于 11.1.1.x，要知道一些重大变化。您可能已经发现，用户界面经过重新设计，现在更易于使用。为了提高灵活性，现在有五种类型的决策变量。

另一项区别是，不再使用 .opt 文件存储优化设置。有关保存优化设置和选项的更多信息，请参阅第 49 页的“保存优化模型和设置”。提供了一个 .opt 文件查看器，帮助您将设置从 .opt 文件传送到当前的模型工作簿。有关说明，请参阅第 50 页的“从 .opt 文件传送设置”。

## 制作 Crystal Ball 优化模型

使用 OptQuest 之前，必须先制作一个有用的 Crystal Ball 模型。首先在 Microsoft Excel 中构建一个经过适当测试的电子表格，然后使用 Crystal Ball 定义假设和预测单元格。您应该完善 Crystal Ball 模型，运行多次模拟来确保模型正常工作且可以得到预期结果。

## 制作工作表

您应该根据优秀设计原则构建电子表格模型，因为这样可使其更易于理解和修改。

电子表格应包含：

- 描述性标题。
- 与输出区域以及任何工作区分开的输入数据区域。将所有输入变量放入各自的单元格，稍后可以在单元格中将其定义为假设或决策变量。
- 所有复杂计算、公式和数据表的工作区。
- 单独的输出区域，用于提供模型结果。

有关示例，请查看 Portfolio Allocation 电子表格模型（第 62 页的图 23）。

请注意，所有假设都在第 5 行到第 8 行中。第 13 行到第 16 行为用户在 OptQuest 教程学习过程中创建的决策变量保留。预测单元格在计算中引用这些输入变量单元格，而不是直接引用值。因此，您可以轻松地更改任何值，预测计算会自动更新。

改善电子表格效用的其他提示如下：

- 仅引用带有单元格引用或范围名称的输入数据，以使所有更改自动反映到整个工作表中。
- 适当地使用格式，例如货币或逗号格式。
- 将复杂的计算分成若干个单元格，以将出错的可能性降至最低并增进理解。
- 如果需要，在公式单元格旁边写下注释加以说明。



- 有关电子表格优秀设计的进一步探讨，请查阅参考资料，例如《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》中 OptQuest 部分的公开参考资料中列出的内容。

## 定义假设、决策变量和预测

构建并测试电子表格后，即可定义假设、决策变量和预测。有关定义假设、决策变量和预测的更多信息，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

## 设置 Crystal Ball 运行首选项

要设置 Crystal Ball 运行首选项，请在 Oracle Crystal Ball 功能区中选择“运行首选项”。为了优化目的，通常应该采用以下 Crystal Ball 设置：

- “试验”选项卡 - 要运行的最大试验次数设置为 1000。

每次模拟运行 500 到 1000 次试验时，集中趋势统计值（例如平均值、中位数和众数）通常足够稳定。末尾百分点以及最大和最小范围值一般至少需要 2000 次试验。

- “抽样”选项卡 - 抽样方法设置为“拉丁超立方”，采用默认区段大小。

拉丁超立方抽样可以提高解决方案的质量，尤其是平均值统计值的准确性。

- “抽样”选项卡 - “随机数生成”设置为“使用同一随机数序列”，初始种子值为 999。

初始种子值决定了为假设单元格生成的随机数序列中的第一个数。然后，您可以使用同一组随机数重复模拟，准确比较模拟结果。如果您未设置初始种子值，OptQuest 将自动选择一个随机种子，每次运行模拟时都使用该初始种子。

如果 Crystal Ball 预测包含极端异常值，应使用多个不同的种子值运行优化来测试解决方案的稳定性。

- “速度”选项卡 - 如有可能，极速运行。



注：

在某些条件下，使用极限速度可能会带来模型兼容性问题。有关详细信息，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》的“运行首选项”小节和附录 C。

在 Crystal Ball 中定义假设、决策变量和预测后，即可在 OptQuest 中开始优化过程。

## 启动 OptQuest

► 要启动 OptQuest：

1. 在 Crystal Ball 功能区中选择 OptQuest。

此时将启动 OptQuest 向导。

2. 通过完成每个向导面板来设置优化。该过程的第一步是选择要优化的预测目标。



注：

该版本的 OptQuest 不使用 .opt 文件。如果要从现有 .opt 文件中检索设置，将其用于该版本的 OptQuest，请参阅第 50 页的“从 .opt 文件传送设置”。

## 选择预测目标

启动 OptQuest 向导时，将打开“目标”面板，类似于第 52 页的图 15。（首次启动向导时，将打开“欢迎”屏幕。单击“下一步”可显示“目标”面板。）

在“目标”面板中，您可以选择要最大化、最小化或设置为目标值的预测统计值。（可选）您可以为目标预测或其他预测定义一项或多项要求。

第 64 页的图 24 显示了默认目标，包括在模型中找到的第一个预测。



注：

您可以定义多个目标，但是一次只能使用一个。选择排除可从当前优化中消除某个目标。

► 要定义预测目标并定义要求（后者可选）：

1. 如果打开了多个工作簿，请使用主工作簿列表选择包含要优化数据的工作簿。
2. 单击添加目标。

默认目标将显示在“目标”区域。

3. 查看默认目标定义。它采用“运算”、“统计值”和“预测”格式。
  - a. 首先，如果模型包含多个预测，默认目标包含的预测与您要在目标中包含的预测是否相同？如果不同，请单击带有下划线的预测，将其替换为您选择的预测。如果有超过十个预测，将在列表底部显示更多预测。您可以选择它来显示预测选择对话框。
  - b. 接下来，您是否要最大化该预测的统计值？如果您希望最小化统计值或将其设置为目标值，请单击带有下划线的运算，然后选择一个替代项。
  - c. 最后，带有下划线的统计值是否是您希望使用的？如果不是，请单击它并选择其他统计值。如果已激活 Crystal Ball 的处理能力功能，并已定义 LSL 或 USL，则处理能力统计值将显示在统计值列表中。



注：

对于许多问题，预测的平均值（期望值）是最适合优化的统计值，但也未必总是如此。例如，希望最大化投资组合有利一面的投资者可能要将第 90 个或第 95 个百分点作为目标。结果是实现最大回报可能性最高的解决方案。同样，为了最小化投资组合的不利一面，他们可能将第 5 个或第 10 个百分点作为目标，将巨大损失的可能性降至最低。您可以利用其他统计值来实现不同的目标。有关所有统计值的说明，请参阅词汇表、联机帮助和联机《Oracle Crystal Ball Statistical Guide》。



#### 4. 可选：定义要求。

- a. 要添加要求，请单击添加要求。此时将显示默认要求。
- b. 首先，查看默认统计值。看看这是否是您要使用的统计值。要查看可用选项的列表，请单击带有下划线的统计值，然后根据需要选择其他统计值。根据您的选择，要求表述可能会发生变化。
- c. 接下来，查看预测。如果需要，请单击带有下划线的预测，然后选择其他预测。
- d. 然后，查看要求运算符。选定的统计值可以小于或等于选定值、大于或等于选定值或者介于两个选定值之间（含这两个值）。单击带有下划线的极限选择其他极限。如果选择介于，将再显示一个目标值。
- e. 最后，查看并调整目标值。要更改某个值，请单击该值，然后在其上方键入一个新数字。
- f. 您可以重复执行步骤 3a 到 3e 来添加更多要求。新要求与上次输入的要求重复。
- g. 可选：如果要设置可变界限以便进行有效边界分析，请选择一个变量，然后单击有效边界。有关详细信息，请参阅第 19 页的“有效边界分析”。



注：

您可以创建多项要求，而并不一次全部使用。如果选择排除，当前的 OptQuest 优化将不使用该要求。

5. 可选：如果有来自较低版本 OptQuest 的 .opt 文件，请单击导入打开该文件，它可帮助您定义新目标、要求和约束。有关详细信息，请参阅第 50 页的“从 .opt 文件传送设置”。
6. 可选：要删除某项要求，请单击该要求，然后单击删除。
7. 目标和要求设置完成时，单击下一步。

此时将打开决策变量面板。

## 选择要优化的决策变量

单击“目标”面板中的“下一步”时，将打开“决策变量”面板，类似于第 65 页的图 25。它列出了打开的所有 Microsoft Excel 工作簿中定义的全部决策变量，无论冻结与否。

优化过程的下一步是选择要优化的决策变量。各个决策变量的值随各个模拟而发生变化，直到 OptQuest 找到取得最佳目标的值为止。对于某些分析，您可能会固定一些决策变量的值，而优化其余变量的值。

默认情况下，打开的所有工作簿中的全部决策变量都会显示出来，即使在模型中冻结的也是如此。冻结的决策变量在“冻结”列标有对勾。如果需要，您可以去掉对勾，在优化中包含这些变量。但请注意，如果冻结或解冻某个决策变量，也要在模型中对其进行更改。

OptQuest 使用您在定义决策变量时输入的限制、基本情况值（起始值）和决策变量类型。

如果选择“显示单元格位置”，将在“决策变量”面板中显示以下附加列：“单元格地址”、“工作表”和“工作簿”。

► 要确认并更改选择：

1. 查看列出的变量。针对不希望包含在 OptQuest 优化中的所有变量，选择冻结。
2. 可选：针对列出的任意决策变量，更改下限和上限、基本情况值或决策变量类型。突出显示现有值，在其上方键入新值。这样将更改工作表中的决策变量定义。

关于这些设置，请注意以下几点：

- 指定的上下限相差越小，OptQuest 为了找到最优解决方案而必须搜索的值越少。但是，这一效率的代价是，如果最优解决方案在指定的上下限以外，就会错失该解决方案。
- 默认情况下，OptQuest 使用 Crystal Ball 模型中的基本情况单元格值作为建议的起始解决方案。如果建议的值在指定的上下限以外或者不符合问题约束，OptQuest 会忽略它们。



注：

您可以按名称、类型、冻结状态、单元格地址、工作表或工作簿，在“决策变量”面板中对决策变量进行排序。要进行排序，请单击列标题。此时将出现一个箭头来显示排序方向。决策变量的排序列和方向存储为全局首选项，也用于在报表和提取的数据中设置决策变量的顺序。

### 3. 决策变量选择完成时，单击下一步。

此时将打开约束面板。

## 指定约束

在 OptQuest 中，约束可以从决策变量之间的关系这一方面，将可能的解决方案限于某个模型。您可以使用“约束”面板指定线性和非线性约束。例如，在[第 60 页的“教程 2 - Portfolio Allocation 模型”](#)中，总投资限于 \$100,000。在“约束”面板中，这一限制由以下公式表示：

Money Market fund + Income fund + Growth and Income fund + Aggressive Growth fund = 100000

默认情况下，将以“简单输入”模式打开“约束”面板。在这种模式下，大多数约束公式都会输入电子表格中的单元格。然后，使用简单的条件表达式（例如 Sheet1!A1 <= 100.）来完成“约束”面板上的约束公式。

有关更多信息，请参阅下面一节：[第 26 页的“在“简单输入”模式下指定约束”](#)。

如果改为“高级输入”模式，可以直接输入约束公式。请参阅[第 27 页的“在“高级输入”模式下指定约束”](#)。



注：

您可以创建多个约束，而并不一次全部使用。如果选择排除，当前的 OptQuest 优化将不使用该约束。

您现在可以在“简单输入”和“高级输入”模式下，在约束公式任意一侧使用单元格范围来创建批量约束（[第 31 页的“使用批量约束”](#)）。

## 在“简单输入”模式下指定约束

单击“决策变量”面板中的“下一步”或单击导航列表中的“约束”时，将打开“约束”面板，类似于[第 66 页的图 26](#)。

默认情况下，将以“简单输入”模式打开“约束”面板。如果单击添加约束，您可以引用包含约束公式左侧和右侧公式的单元格，并且可以选择运算符。或者，您也可以输入右侧或左侧的值。有关允许的约束公式的信息，请参阅第 29 页的“约束规则和语法”。

有关使用“简单输入”模式的示例，请参阅第 65 页的“指定约束”。

## 在“高级输入”模式下指定约束

► 要在“高级输入”模式下使用“约束”面板：

1. 选择约束编辑器角上的高级输入切换到“高级输入”模式。
2. 在约束编辑器中，输入数学公式。您可以使用约束面板底部的按钮帮助您编辑公式。

有关约束编辑器语法的信息，请参阅第 29 页的“约束规则和语法”。

您也可以将约束公式的各个部分输入电子表格单元格，然后在公式中引用这些单元格（用运算符分隔）。请参阅第 30 页的““高级输入”模式下的约束和单元格引用”。

3. 在各自的行中输入其他任何约束。
4. 完成后，单击下一步显示选项面板。



注：

在“高级输入”模式下，您可以使用 Ctrl+c 和 Ctrl+v 对约束进行复制粘贴，复制它们来执行进一步编辑。您还可以从剪贴板粘贴公式，这仅限于“高级输入”模式。

## 高级输入示例

要进入“高级输入”模式，请在 OptQuest 向导的“约束”面板中选择“高级输入”。此时将打开约束编辑框。

最初，约束编辑框为空。对话框底部附近有一系列按钮，它们可帮助您在框中创建公式。您可以输入线性或非线性公式，可以输入任意数量的公式，只要每个约束公式都在各自的行中即可。有关详细信息，请参阅第 28 页的“约束编辑器和相关按钮”。

在本例中，假设您要创建一个公式来添加所有决策变量值，并指定它们应该等于 \$100,000，如第 60 页的“教程 2 - Portfolio Allocation 模型”中所述。

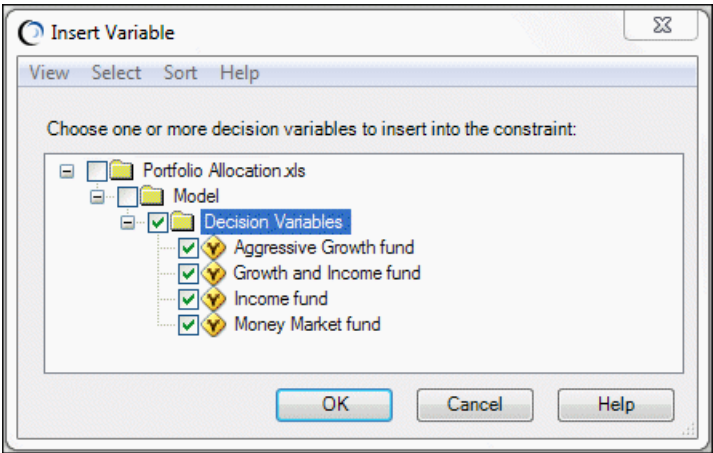
## 约束编辑器示例

► 要创建此公式：

1. 单击插入变量。

将打开插入变量对话框。

图 2. “插入变量”对话框，Portfolio Allocation 模型



2. 由于您希望在约束公式中包含全部四个决策变量，因此请选择每个名称。要一次选择全部四个，请选择决策变量前面的框。然后，单击确定。

变量在编辑框中以求和的形式显示：

Constraints		Type	Exclude
1	Aggressive Growth fund + Growth and Income fund + Income fund + Money Market fund		<input type="checkbox"/>

3. 在 Money Market fund 之后，键入等号 (=)。  
4. 输入 \$100,000（无美元符号或逗号）作为总投资，以便最终约束看起来如下所示：

Money market fund + Income fund + Growth and income fund + Aggressive growth fund =  
100000



注：  
请勿在约束中使用 "\$"\$ 或逗号。有关约束公式的其他规则，请参阅第 29 页的“约束规则和语法”。

5. 单击下一步继续。  
将打开选项面板，如第 29 页的“约束规则和语法”中所述。

## 约束编辑器和相关按钮

“约束”面板的上半部分是约束编辑器。“约束”面板的下半部分有几个按钮，用于在“高级输入”模式下执行以下任务：

按钮	说明
插入变量	列出可插入的所有决策变量。如果选择多个，它们会自动添加到约束编辑器中，变量之间有加号 (+)。

按钮	说明
插入引用	显示单元格引用对话框，您可以从中指向某个单元格或输入正在创建的约束公式中要包含的公式。有关更多信息，请参阅第 30 页的““高级输入”模式下的约束和单元格引用”。
添加注释	显示添加注释对话框，您可以从中输入用来描述约束的注释。注释显示在约束面板中的约束旁边。注释还显示在 OptQuest 结果窗口中来标识约束，并且包含在报表中。
有效边界	将选定约束更改为具有可变上限或下限，以便用于有效边界分析。有关更多信息，请参阅第 19 页的“有效边界分析”。如果已经在目标面板上添加了可变要求，会显示一条消息，询问您是否要改用选定的约束。
删除	删除当前选定的约束。

要在约束中添加变量或引用，请将光标放在希望变量处于的位置，然后键入变量名称，或者单击插入变量按钮，然后在列表中选择一个或多个变量。您可以定义任意数量的约束。

## 约束规则和语法

一般而言，约束公式类似于标准 Microsoft Excel 公式。每个约束公式：

- 由常量、选定决策变量和其他元素的数学组合构成。
- 必须在各自的线上。
- 可以是线性或非线性。您可以用一个决策变量乘以一个常量（线性），也可以用其乘以另一个决策变量（非线性）。
- 不能包含逗号、美元符号或其他非数学符号。

在“高级输入”模式下，决策变量可以直接按名称输入，但是在“简单输入”模式下，只能按单元格位置或范围名称在电子表格公式中引用它们。

在“简单输入”模式下，单元格引用和范围名称前面不能带有减号来表示应该将其从某些值中减去，除非它们是某个公式表达式的一部分，而不是单独的单元格引用或范围名称。

如果在“简单输入”模式下使用单元格选择器，只有简单的单元格引用或范围名称可以选择。不能包含系数或数学运算符。

通常，约束公式总是应该直接或间接引用至少一个决策变量。但是，在某些情况下，您可能希望采用其他某些方式来设置约束公式中的值（例如，用户定义的宏或其他某些程序）。在这些情况下，您应该采用 `cell_reference < 常量` 的形式输入约束。OptQuest 认为该约束属于常量类型（因为它不包含决策变量），可能会警告您：如果不注意，约束可能会导致没有可行的解决方案。

约束公式中允许的数学运算包括：

表 1. “OptQuest 约束”面板中的数学运算

运算	语法	示例
加法	在各项之间使用 +	$\text{var1} + \text{var2} = 30$
减法	在各项之间使用 -	$\text{var1} - \text{var2} = 12$
乘法	在各项之间使用 *	$4.2 * \text{var1} \geq 9$
除法	在各项之间使用 /	$4.2 / \text{var1} \geq 18$

运算	语法	示例
等式和不等式	在约束公式左侧和右侧之间使用 =、<= 或 >=。请注意，对于涉及连续决策变量的约束公式，将 < 和 > 当作 <= 和 >=。	var1 * var2 <= 5
指数	在项和指数幂之间使用 ^	var1^3

请注意，第 29 页的表 1 中的示例针对“高级输入”模式。在“简单输入”模式下，运算符左侧的表达式将输入电子表格单元格。“约束”面板中的实际公式包括一个单元格引用、运算符以及一个值或另一个单元格引用。有关示例，请参阅第 67 页的图 29。



注：

尽管这些示例始终在运算符左侧显示一个公式，但实际上在左侧和右侧都可以有一个公式（或者电子表格中公式的单元格引用）。

您也可以在约束公式中使用 Microsoft Excel 函数和范围名称。

如果使用“高级输入”模式，将根据以下优先级执行计算：首先是乘除，然后是加减。例如，5\*E6+10\*F7-26\*G4 表示：先将单元格 E6 中的值乘以 5 倍，然后将所得结果加上单元格 F7 中值的 10 倍，再从所得结果中减去单元格 G4 中值的 26 倍。您可以使用括号覆盖优先级。如果使用“简单输入”模式，在 Microsoft Excel 中建立公式，应用 Microsoft Excel 的优先级规则。



注：

OptQuest 现在支持带有单元格范围（例如 A1:A3 < B1:B3）的约束公式。有关详细信息，请参阅第 31 页的“使用批量约束”。

## “高级输入”模式下的约束和单元格引用

第 26 页的“在“简单输入”模式下指定约束”介绍了如何在电子表格单元格中建立公式，然后在创建约束时引用它们。您也可以在“高级输入”模式下使用单元格引用来简化约束公式。

- ▶ 要在“高级输入”模式下执行该操作：

  1. 将约束左侧的公式输入电子表格单元格。第 26 页的“在“简单输入”模式下指定约束”中的示例将 =SUM(C13:C16) 输入了单元格 G13。
  2. 考虑在公式右侧使用什么。可以使用一个值或分解为常量的公式。
  3. 决定左侧和右侧之间的关系：=、<= 或 >=。
  4. 运行 OptQuest 并显示约束面板。
  5. 将光标放入约束公式编辑框，单击插入引用。指向公式左侧内容所输入的单元格，然后单击确定。
  6. 在单元格引用后，键入关系运算符。
  7. 再次单击插入引用，然后指向公式右侧内容所输入的单元格。再次单击确定。或者，您也可以键入数字值而不使用单元格引用

您可以添加更多约束或其他 OptQuest 设置，在设置完成后运行优化。



为了获得最佳结果，请避免将整个公式（包括运算符）输入一个单元格，然后在约束公式中引用该单元格来测试公式是真是假。例如，假设单元格 G6 包含 `=SUM(B2:E2) >= 10`。应该避免将约束定义为 `G6 = TRUE`。这种方法无法为 OptQuest 提供改进解决方案所需的信息。

您应该分开等式的左侧和右侧两部分，确保在“约束”面板中输入条件运算符（`=`、`>=` 或 `<=`）。在本例中，单元格 G6 可以包含 `=SUM(B2:E2)`，约束可以写作 `G6 >= 10`。

## 约束类型

约束可以是线性、非线性、常量（在特殊情况下）或混合类型：

- 线性约束在生成要尝试的可行解决方案时效率较高。它们在生成解决方案前由 OptQuest 进行求值。
- 非线性约束在运行模拟前由 Microsoft Excel 进行求值。如果它们包含多个 Microsoft Excel 函数或引用电子表格中的多个公式，为其求值可能较慢。它们在生成可行的解决方案时效率较低。
- 常量约束通常是一个错误，除非使用用户定义的宏或 Crystal Ball 自动提取功能设置所引用电子表格单元格中的值。有关用户定义的宏和常量约束的更多信息，请参阅《Oracle Crystal Ball Developer's Guide》中有关 OptQuest Developer Kit 的信息。
- 混合约束是一组批量约束，包含多种类型的约束。

创建约束时，其类型将在公式后显示。

## 使用批量约束

### 副标题

- [批量约束的规则](#)
- [批量约束示例](#)

Crystal Ball Decision Optimizer 的批量约束功能允许您通过单元格范围将约束组合在一起，例如 `A1:A3 < B1:B3`。这是一个简写形式，用于定义以下三个约束：`A1 < B1`、`A2 < B2`、`A3 < B3`。

有关规则和示例，请参阅本节开头列出的主题。

## 批量约束的规则

创建批量约束时请考虑以下规则：

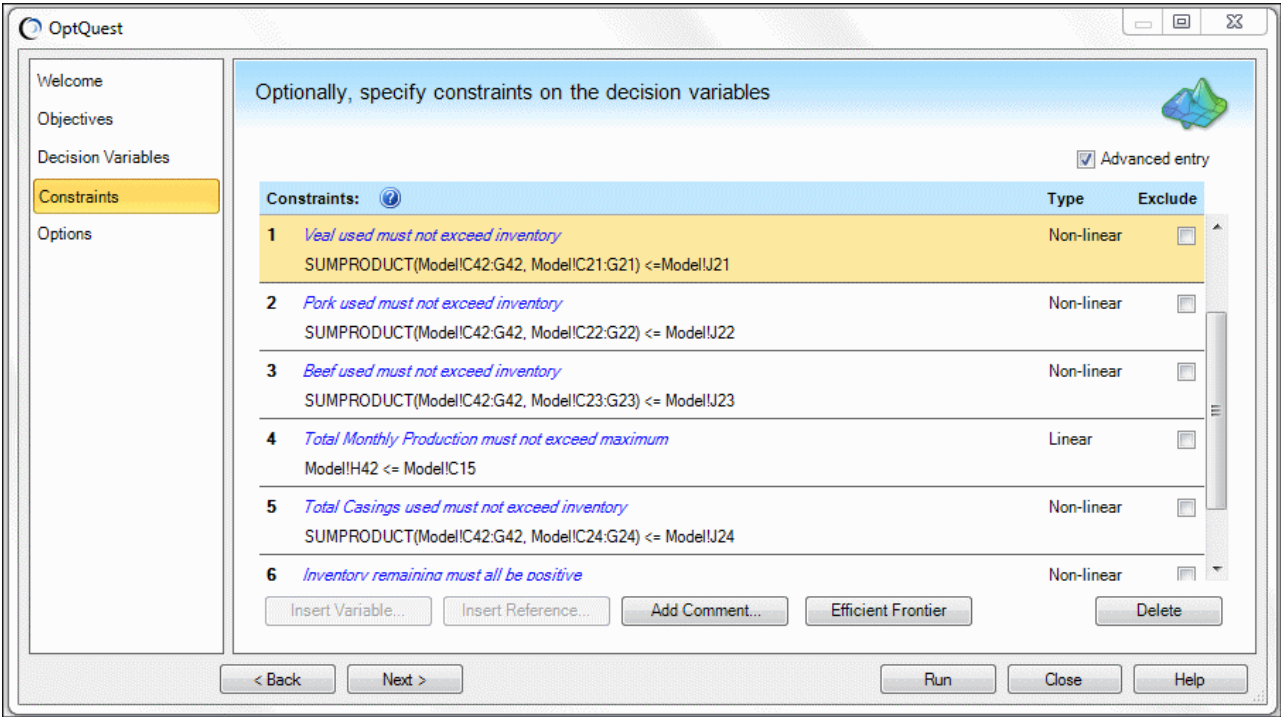
- 批量约束可以在“基本输入”或“高级输入”模式下输入。
- 批量约束公式的右侧只能包含单个常量或单元格引用，而不是范围。
- 如果输入两个单元格范围，则它们必须具有相同的单元格数。
- 如果在两个范围中的相同位置存在空白单元格，则会忽略该约束。
- 如果约束都相同，则类型列显示线性、非线性或常量。否则，类型为混合。

- 为了获得最佳性能，单元格范围包含的单元格不能超过 1,000 个。
- 如果在约束面板中选择批量约束，则有效边界按钮处于禁用状态。
- 如果批量约束公式有错误，则会针对批量约束在红色图标中显示一个错误。
- 每个单元格范围必须是连续的单个矩形单元格块。

## 批量约束示例

本示例使用名为 Product Mix.xlsx 的 Crystal Ball Decision Optimizer 示例文件。如果您将其打开，启动 OptQuest，然后选择约束，则会显示约束面板（第 32 页的图 3）。

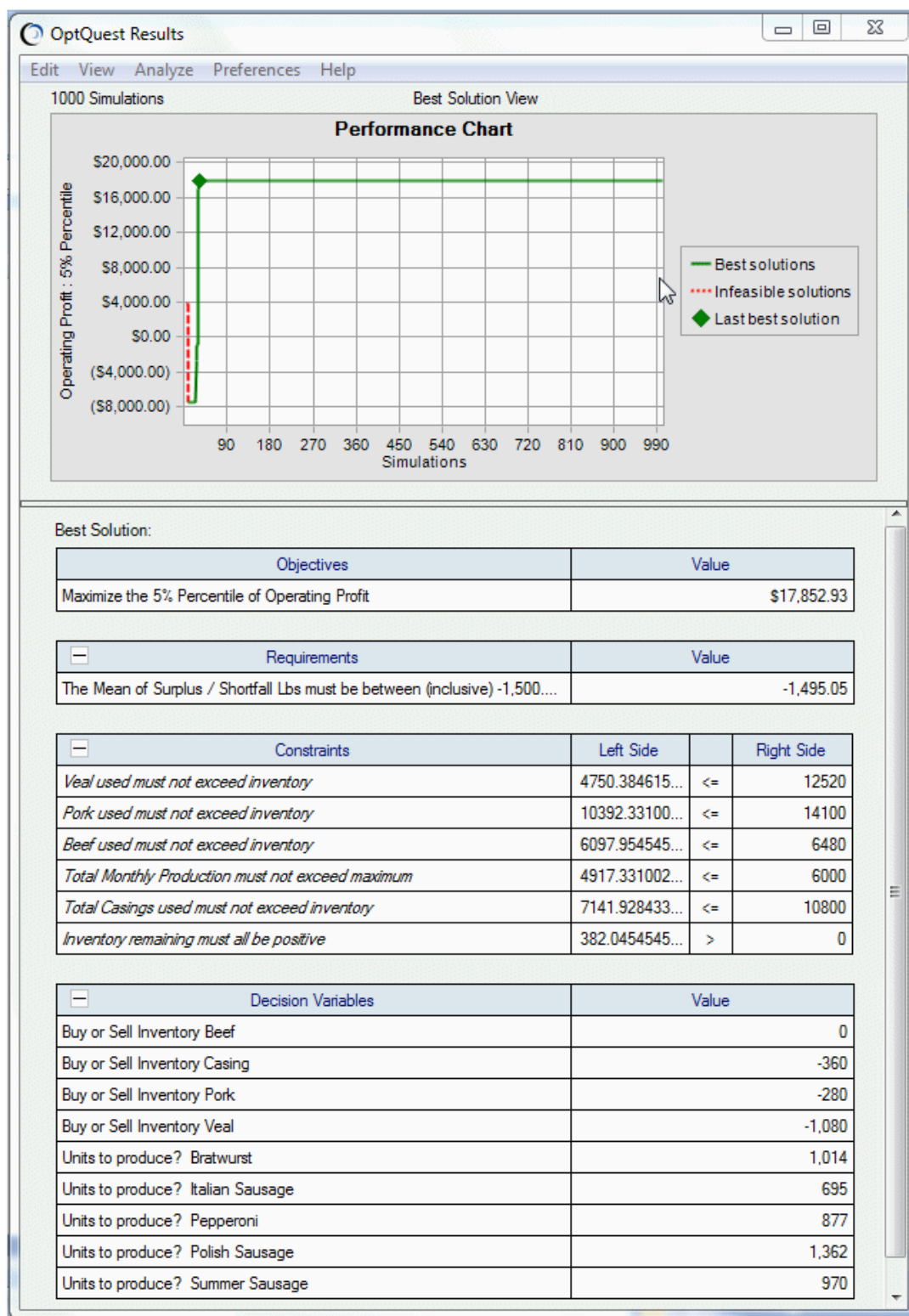
图 3. Product Mix 示例文件的“约束”面板



这三种肉（小牛肉、猪肉和牛肉）中的每一种都有一个 Microsoft Excel SUMPRODUCT 公式，公式将五种产品中的每一种（以磅为单位）与生产量相乘，然后指明得出的量必须等于或小于现有库存量。目标和要求进一步限制问题，如“OptQuest 结果”窗口（第 33 页的图 4）所示。请注意，注释用于标记约束。



图 4. 默认约束的 Product Mix 结果



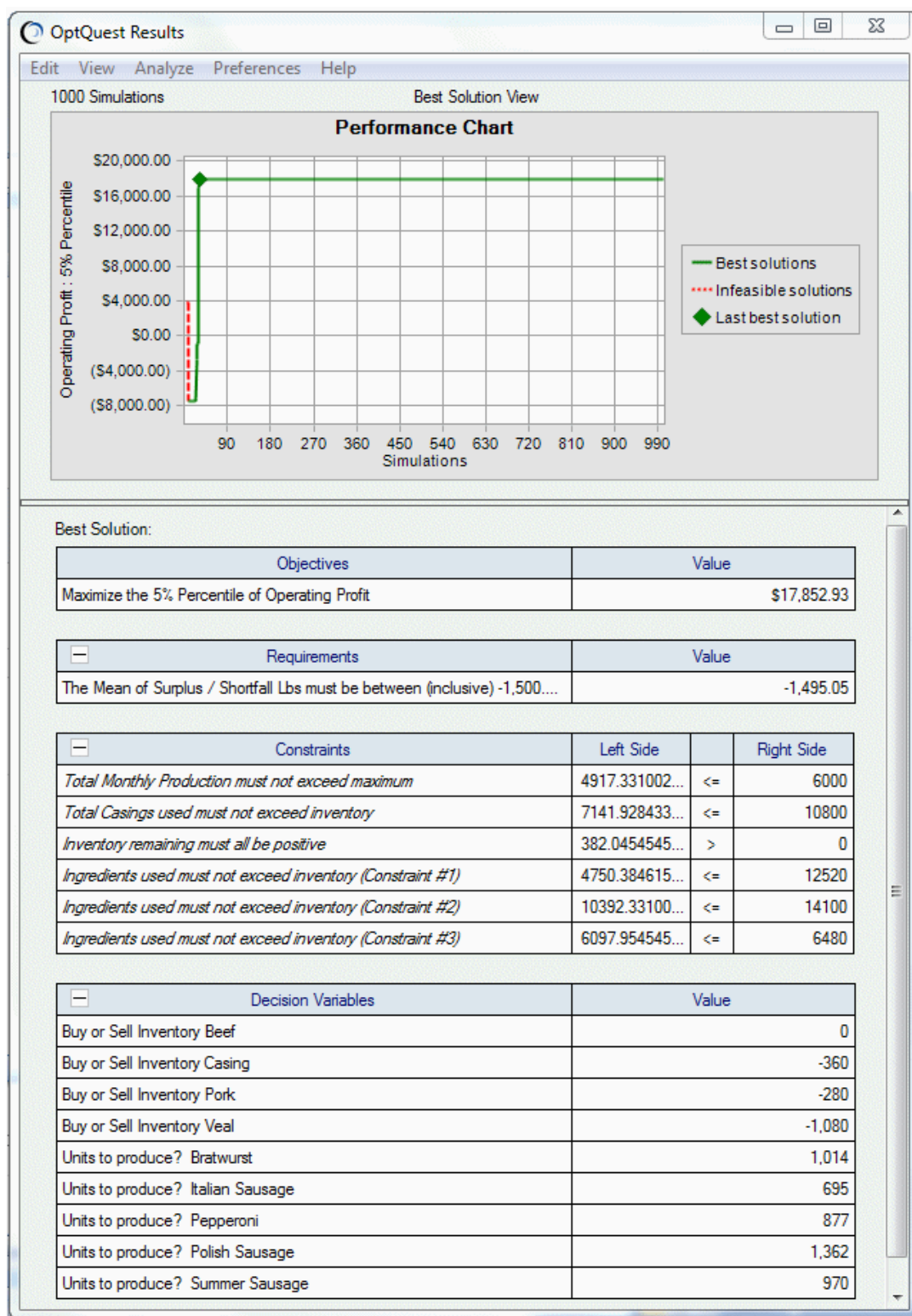
为了使用批量约束，要将 SUMPRODUCT 公式置于 P21、P22 和 P23 单元格中，将现有库存置于 J21、J22 和 J23 单元格中。例如，单元格 P21 包含 =SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C21:G21)。需要重写约束公式以引用这些单元格（第 34 页的图 5）。

图 5. 三个约束重写为一个批量约束公式

Constraints: ?		Type	Exclude
1	<i>Ingredients used must not exceed inventory</i> Model!P21:P23 <=Model!J21:J23	Non-linear	<input type="checkbox"/>
2	<i>Total Monthly Production must not exceed maximum</i> Model!H42 <= Model!C15	Linear	<input type="checkbox"/>
3	<i>Total Casings used must not exceed inventory</i> SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C24:G24) <= Model!J24	Non-linear	<input type="checkbox"/>
4	<i>Inventory remaining must all be positive</i> MIN(Model!M21:M24) > 0	Non-linear	<input type="checkbox"/>
>			<input type="checkbox"/>

第 35 页的图 6 显示通过第 34 页的图 5 所示的约束公式得到的结果。因为是将同一个种子值用于两次优化，因此结果是相同的，但呈现的顺序不同。请注意系统如何针对每个约束公式显示单独的结果，尽管它们最初是通过一个公式定义的。

图 6. 批量约束公式的 Product Mix 结果



# 设置选项

单击“约束”面板中的“下一步”或单击导航列表中的“选项”时，将打开“选项”面板，类似于第 58 页的图 20。

您可以使用“选项”面板设置 OptQuest 选项，包括优化长度（模拟时间或数量）、Crystal Ball 模拟首选项、优化类型（运行或不运行模拟）、窗口显示、自动决策变量值设置等。



注：  
如果将设置保存在低于 11.1.1 版本的 OptQuest 中，则需要在该版本的 OptQuest 中设置新选项。

► 要更改设置：

1. 选择需要的设置，键入任意新数字值。

设置如下所示：

表 2. “OptQuest 选项”面板设置

选项	说明
优化控制	用于控制优化运行多长时间的设置。  选择为 __ 个模拟运行或运行 __ 分钟，然后输入目标值。默认值为 1000 个模拟和 5 分钟。  您也可以单击运行首选项，在 Crystal Ball 运行首选项对话框中更改设置。
优化类型	选择运行模拟 (随机) 对假设变量运行模拟，或者选择不运行模拟 (确定) 将基本情况值 (单元格值) 用于假设单元格。
运行时	用于控制图表窗口显示的设置。选择按照定义显示图表窗口可获得最多的信息，选择仅显示目标预测窗口可获得最快的性能。  为了增强性能，默认情况下选择了仅为新最佳解决方案更新，仅显示与最佳解决方案相关的结果。清除该设置可查看每个解决方案的预测结果。
决策变量单元格	选择保留原始值可保留决策变量单元格中的原始基本情况值 (默认值)。优化结束时，您可以根据需要将 OptQuest 尝试的任何解决方案 (包括最佳解决方案) 复制到这些单元格。  选择自动设置为最佳解决方案可将工作簿中的决策变量单元格更新为在优化结束时找到的最佳解决方案。
高级选项	单击该按钮可显示高级选项对话框，如果达到目标置信度级别或未改进解决方案数量，您可以在该对话框中提前停止模拟。有关详细信息，请参阅第 36 页的“高级选项”。

2. 选项设置和需要的其他所有 OptQuest 设置完成时，单击运行。

## 高级选项

OptQuest 高级选项控制优化是否在某些条件下自动停止。

- 第一项设置是启用低置信度测试，用于在预测目标的置信区间表明当前的解决方案不如当前的最佳解决方案时停止正在进行的优化。仅当用于预测目标的统计值是平均值、标准偏差或百分点时，该设置才有效。

该设置使用运行首选项对话框中试验选项卡上的置信度级别设置来确定置信区间。

- 第二项设置是 \_\_ 个未改进解决方案后自动停止，用于在计算出指定数量的解决方案而未生成新的最佳解决方案时停止正在进行的模拟。默认设置为清除（关闭），值为 500。



注：

如果选择了置信度测试，即使选择同一个种子，OptQuest 也能生成不同的结果。要从一项优化到下一项优化获得完全等效的结果，请勿选择启用低置信度测试。

## 运行优化

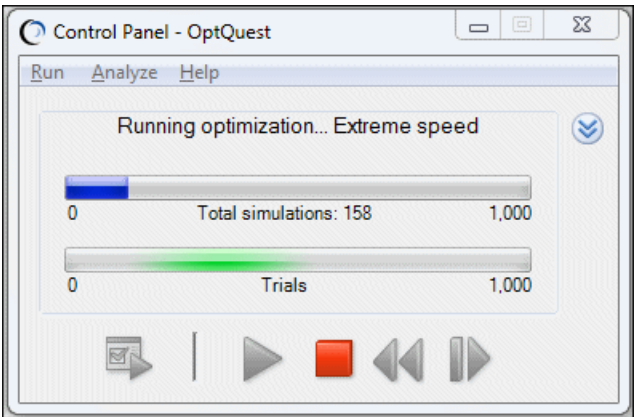
要运行优化，请单击任意 OptQuest 向导面板底部的运行。优化开始后，您可以随时使用“控制面板”中的按钮来停止、暂停、继续或重新开始。

运行优化时，无法使用 Crystal Ball 或 Microsoft Excel 或者在 OptQuest 中进行更改，但是可以使用其他程序。运行优化时，请勿关闭 Microsoft Excel、Crystal Ball 或 OptQuest。

## OptQuest 控制面板按钮和命令




您可以使用 OptQuest 控制面板上的按钮和命令来开始和停止优化（第 37 页的图 7）。

图 7. OptQuest 控制面板




控制面板的菜单与 Crystal Ball 的“运行”和“分析”菜单相同。“帮助”菜单介绍了控制面板。带有以下按钮：

操作	按钮	说明
运行首选项		打开用于控制优化的对话框。

操作	按钮	说明
开始或继续		开始新优化或继续暂停的优化。
暂停或停止		暂停或停止当前的优化。
重置		重置当前的优化并关闭所有结果。

进度条可帮助您从总体上跟踪各项模拟和优化。如果模拟的运行速度快于每秒一项，您会看到一个选取框样式的进度条。如果将优化设置为运行最长的时间，上方的进度条将显示经过的时间而非模拟次数。如果因达到设置的置信度级别或运行所设置数量的模拟后并无解决方案改进而导致优化过早停止，会显示一条通知消息。

如果单击更多按钮 ，将打开一个面板，其中显示了关于优化的更多信息。

## “OptQuest 结果”窗口

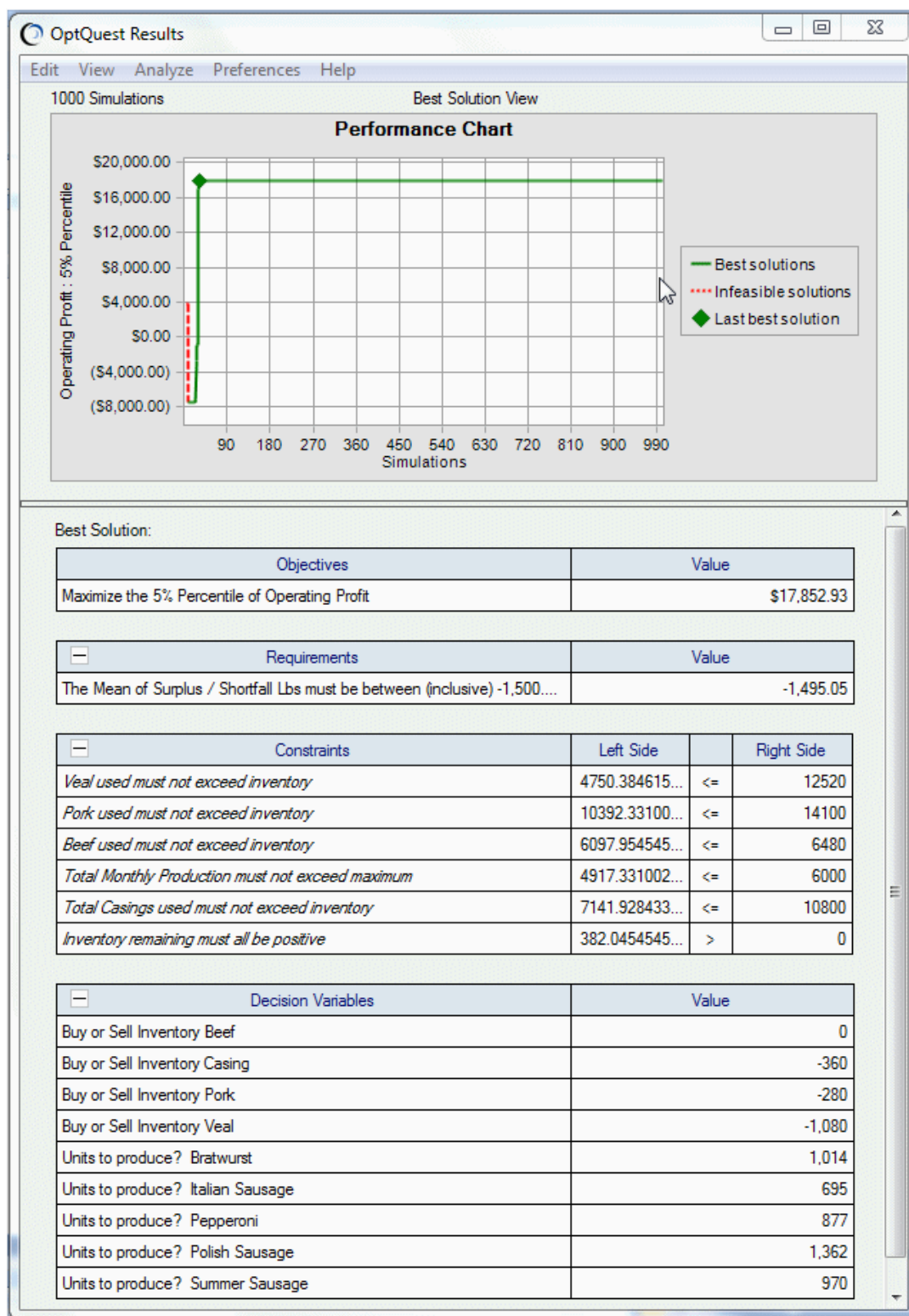
优化完成时，您可以在“OptQuest 结果”窗口中查看关于当前优化的信息。下面几节介绍“OptQuest 结果”窗口的不同视图：

- [第 38 页的“最佳解决方案视图”](#)
- [第 40 页的“解决方案分析视图”](#)
- [第 42 页的“有效边界图表”](#)

## 最佳解决方案视图

[第 39 页的图 8](#) 显示了 OptQuest 示例模型 Product Mix.xlsx 的最佳解决方案视图结果。

图 8. “OptQuest 结果”窗口 -“最佳解决方案视图”





在“最佳解决方案视图”中，“OptQuest 结果”窗口显示了分析过程中发现的性能图表绘制最佳解决方案。还显示了为目标、任何要求、任何约束和包含的所有决策变量找到的一个最佳解决方案。

## 性能图表

性能图表显示搜索的轨迹，即最佳目标值在搜索过程中的变化率。这显示为最佳目标值的一个线图，这些值是模拟次数（解决方案）的函数。如果指定了任何要求，线条可能最初为红色，表示根据要求判断，相应的解决方案不可行。绿线表示可行的解决方案。

一旦 OptQuest 找到可行的解决方案，这条线一般会显示指数衰减形式（达到最小化），大多数改进在搜索过程中的早期发生。

## 最佳解决方案值

每当 OptQuest 在优化过程中找到一个更好的解决方案（更接近可行或有更好的目标），便会在性能图表中绘制新点，并更新图表随附的表格。

如果您要求进行有效边界分析，还能显示“有效边界”视图（第 19 页的“有效边界分析”）。

## 菜单

“OptQuest 结果”窗口中有几个菜单，可用来将结果复制到电子表格、复制图表、打印结果、查看其他图表等。有关菜单命令及其快捷键的列表，请参阅《Oracle Crystal Ball Accessibility Guide》。

## 解决方案分析视图

在“解决方案分析视图”中，“OptQuest 结果”窗口列出了优化期间找到的最佳解决方案。默认情况下，显示前 5% 的解决方案，它们按目标值排序。窗口底部的控件指示要查看的解决方案数。系统计算所显示解决方案的统计值。



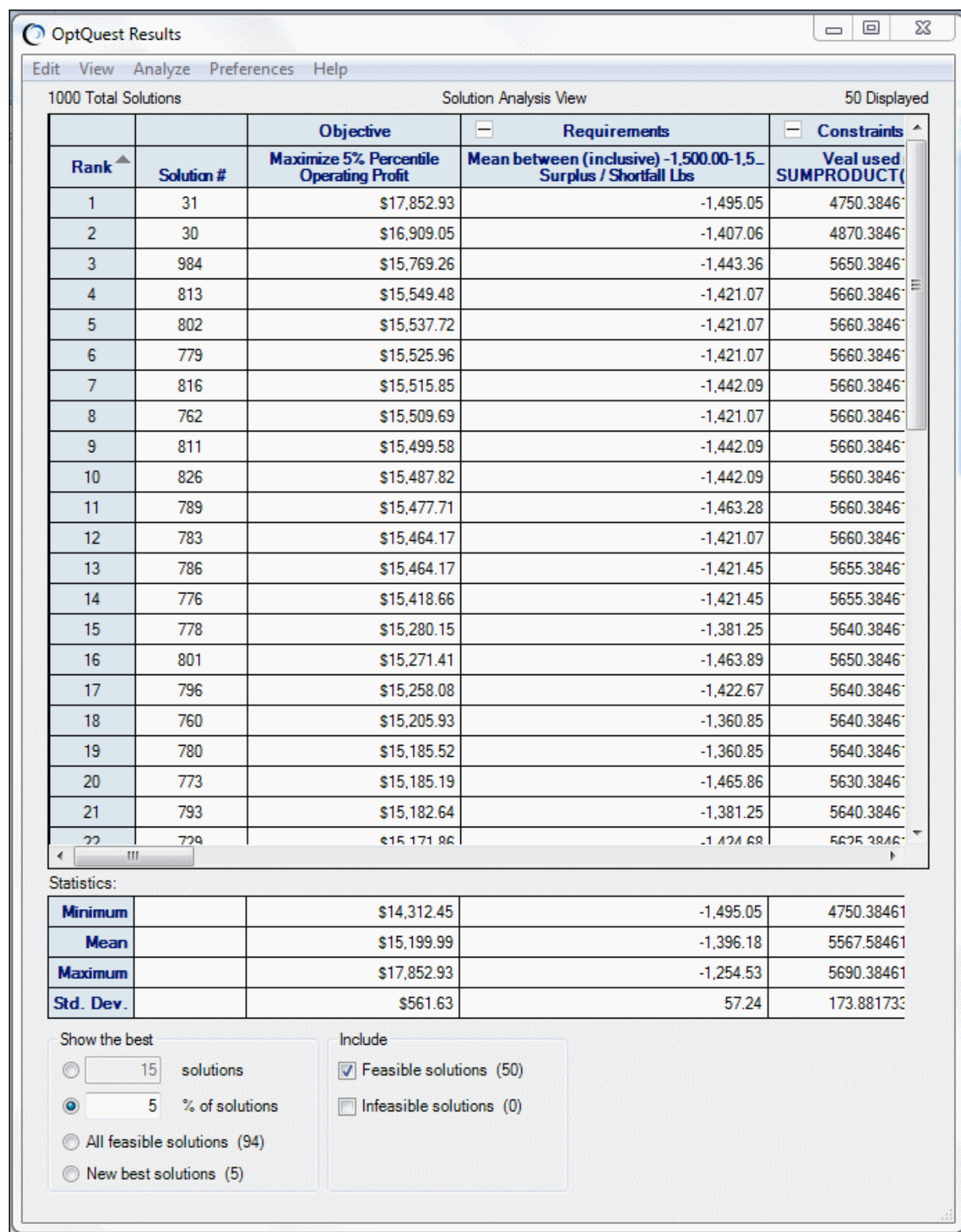
注：

OptQuest 运行时，“解决方案分析视图”显示新的最佳解决方案，但有效边界分析除外。运行有效边界分析时，仍显示前 10 个解决方案。

要显示“解决方案分析视图”，请在“OptQuest 结果”窗口菜单栏中依次选择视图和解决方案分析。



图 9. 解决方案分析视图



在显示最佳组中，指明是显示特定数目或百分比的最佳解决方案还是显示所有解决方案。您输入的内容定义分析范围。例如，如果您想要研究前 10% 的解决方案，请选择 \_\_ % 的解决方案，然后在框中输入 10。

您可以选择包括可行解决方案、不可行解决方案还是全部解决方案。如果您请求执行有效边界分析，则可以仅选择特定有效边界测试点的解决方案，也可以选择显示所有测试点 (仅最佳解决方案) 以显示所有测试点的数据。如果您选择此设置，则会发生如下更改：

- 网格更改为显示最佳解决方案列表，每个测试点一个。
- “排名”列更改为“测试点”。
- 要求或约束运算符右侧的值更改为显示一个测试点范围。（报表仅显示此范围。）
- 窗口右上角的所显示解决方案的数目显示测试点的数目。

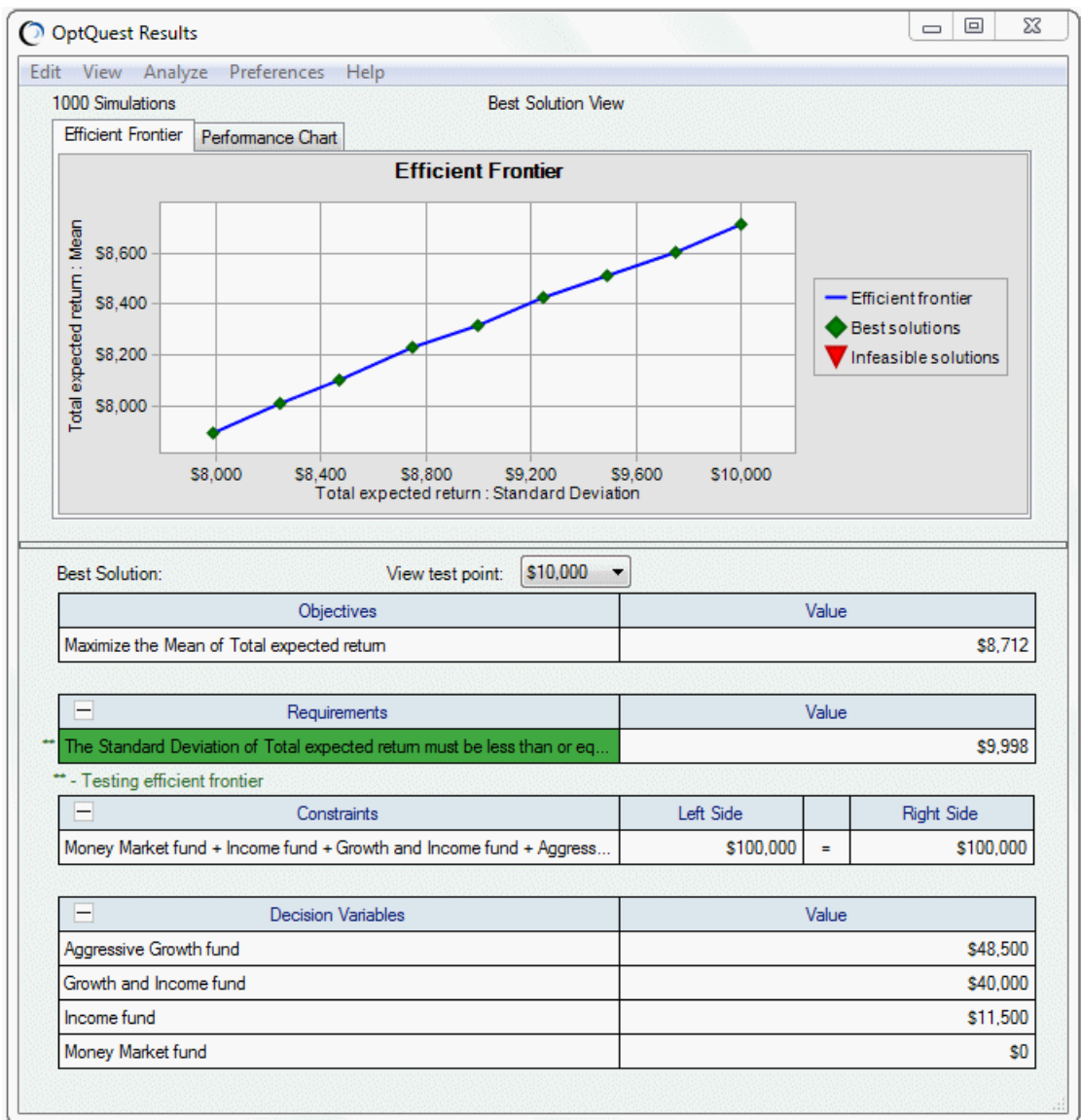
在您选择选项时，系统根据您选择的显示选项计算所有列的统计值，并将其填充到底部的四行中：最小值、平均值、最大值和标准偏差值。

您可以单击列标题旁边的 – 或 + 以折叠各个部分，在屏幕上显示更多列。您还可以单击某个标题以按该标题排序。将显示一个小三角。您可以单击它以按照升序或降序对列进行排序。

## 有效边界图表

如果您为优化输入了可变要求，则会在“最佳解决方案视图”中打开“有效边界”选项卡和“性能图表”选项卡（[第 43 页的图 10](#)）。

图 10. 有效边界图表，“最佳解决方案视图”



“有效边界”窗口显示根据测试的要求或约束所得到的目标值的绘图。每个测试点的最佳解决方案在图表中显示为一颗绿色的钻石。随图表显示的表格显示特定测试点的最佳解决方案。您可以通过选择“查看测试点”下拉菜单或单击图表中的钻石符号来选择要查看哪个最佳解决方案。有关有效边界分析的详细信息，请参阅第 50 页的“在 OptQuest 中设置有效边界分析”。

## 解释结果

使用 OptQuest 解决优化问题后，您可以执行以下操作：

1. 查看解决方案分析以确定结果的可靠性。
2. 使用决策变量的最佳值运行较长的 Crystal Ball 模拟，以更准确地评估推荐解决方案的风险。

3. 使用 Crystal Ball 的分析功能进一步评估最优解决方案。

## 查看解决方案分析

► 完成优化后，解释您的优化结果：

1. 在“OptQuest 结果”窗口中，依次选择视图和解决方案分析。

解决方案分析视图将打开，其中显示优化期间 OptQuest 尝试过的解决方案的部分列表。解决方案分行显示在上面的网格中，并有一个较小的网格显示每列的统计值。

请注意，“OptQuest 结果”窗口有几个菜单，您可以使用它们将结果复制到电子表格中、复制图表、打印结果或查看其他图表等等。有关菜单命令及其快捷键的列表，请参阅《Oracle Crystal Ball Accessibility Guide》。

2. 选择要查看哪些解决方案。

随两个网格一起显示的是控件组，用于筛选要查看的解决方案。所有控件协同工作，以筛选解决方案集。一些控件在括号中显示解决方案的数目。

- 在第一组控件中，选择仅查看前多少个/前百分之多少的最佳解决方案（最高或最低目标值）、查看所有解决方案还是仅查看新的最佳解决方案（与性能图表中的向上或向下“跳转”相对应）。
- 在下一组控件中，选择包括可行解决方案、不可行解决方案还是这两种类型的解决方案。
- 如果您已请求执行有效边界分析，请在最后一组控件的下拉菜单中选择一个测试点。请注意，系统针对特定测试点考虑所有解决方案，即使是在优化中的前一或后一测试点处对它们进行的评估也是如此。

选择要分析的解决方案集后，可以单击某个列标题以按该标题对解决方案进行排序。小三角表示排序顺序的方向。您还可以单击列组旁边的 + 号或 - 号，以减少或增加显示的信息量。

## 上下限分析

“解决方案分析视图”在确定上下限对要求或约束有多大限制作用时非常有用，特别是涉及多个上下限时。查看优化的最佳解决方案时，如果某个要求或约束的大多数值在特定界限上或接近特定界限，则表示该要求或约束对目标可获取的值有显著影响。

## 敏感度分析

“解决方案分析视图”在确定决策变量对模型目标的敏感度时非常有用。查看优化的最佳解决方案时，请比较每个决策变量的范围的相对大小。一般来说，如果决策变量的相对范围较小，则表明它对目标的影响较大。这是因为即使决策变量出现较小的变动，也会使解决方案成为非最佳解决方案。相反，如果决策变量的相对范围较大，则表明它对目标的影响较小，因为不同的值似乎不会更改最佳解决方案集。

这些只是一般指导原则。针对您的情况得出的结果可能会受优化类型和长度、为决策变量定义的初始上下限和其他因素影响。

## 运行较长的结果模拟

► 要更准确地评估推荐的解决方案，请使用决策变量的最佳值运行较长的 Crystal Ball 模拟。

1. 如果未选择将 OptQuest 结果自动复制到模型工作簿（在选项面板中设置），则可以在“OptQuest 结果”窗口中依次选择编辑和将解决方案复制到电子表格。

OptQuest 便会将决策变量值从所选解决方案复制到 Microsoft Excel 模型。

2. 在 Crystal Ball 中，重置优化，单击运行首选项按钮，然后增加每个模拟的最大试验次数。
3. 运行模拟。
4. 使用 Crystal Ball 分析工具分析您的结果。

有关使用这些工具的详细信息，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

## 打印 OptQuest 结果

► 要从任意 OptQuest 结果视图中打印结果：

1. 运行 OptQuest 优化，然后打开“OptQuest 结果”窗口。
2. 在“OptQuest 结果”窗口菜单栏的视图菜单中选择一个视图。
3. 在“OptQuest 结果”窗口菜单栏中选择编辑。
4. 在“编辑”菜单底部选择与打印有关的相应命令：页面设置、打印预览和打印。

## 在 Crystal Ball 中查看图表

完成优化时，您可以在 Crystal Ball 功能区中依次选择查看图表和预测图。然而，如果您已从“解决方案分析视图”中复制不同于最佳解决方案的某个解决方案，则需要先在 Crystal Ball 中运行模拟，然后再选择要查看的图表。有关进一步说明，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

## 创建 OptQuest 报表

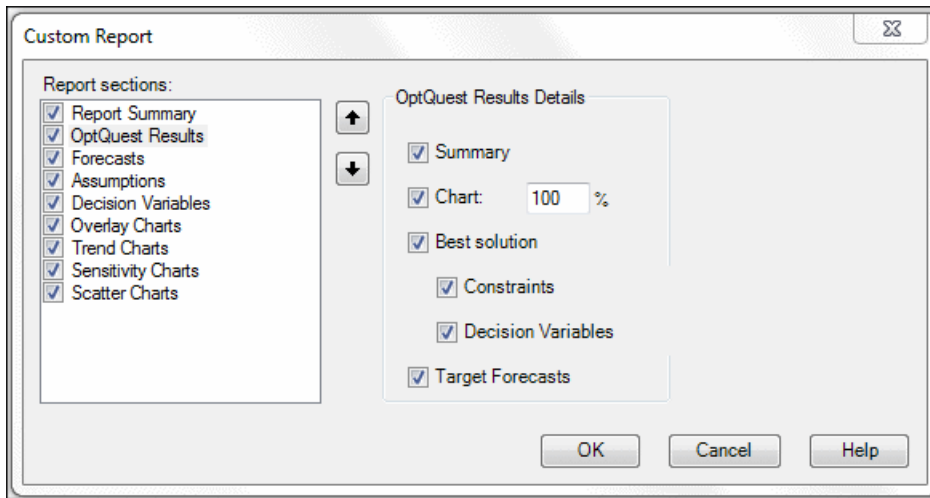
在运行优化后，您可以创建几种不同类型的 OptQuest 报表。

► 要创建 OptQuest 报表：

1. 在 OptQuest 中运行优化。
2. 在 Crystal Ball 功能区中选择创建报表。
3. 在创建报表首选项对话框中，选择下列选项之一：
  - 完整，用于创建包含最佳解决方案模拟结果的完整 OptQuest 报表
  - OptQuest，用于创建仅包含 OptQuest 结果的报表
  - 自定义，用于显示“自定义报表”对话框，您可以在其中选择要显示在报表中的信息（包括 OptQuest 结果）。

第 46 页的图 11 显示您可以选择包含在自定义报表的“OptQuest 结果”部分中的元素。

图 11. “自定义报表”对话框中的 OptQuest 结果设置



4. 在“创建报表首选项”对话框中单击确定以生成报表（第 47 页的图 12）。

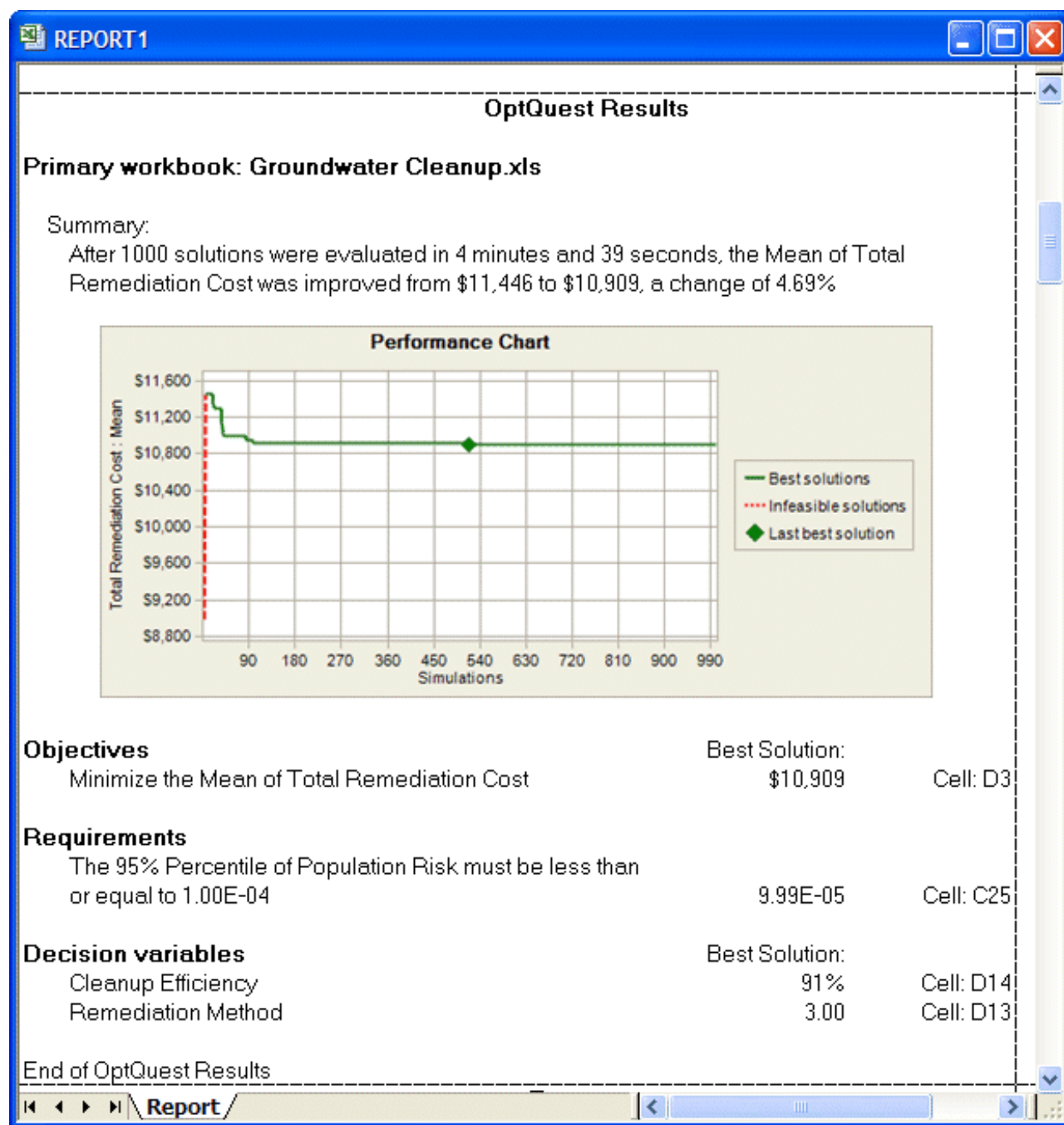
第一组信息是文本和数字：相关运行首选项、运行统计值、其他统计值（例如不可行解决方案的数目）和 Crystal Ball 数据（要求、约束、假设、决策变量、预测和“冻结”项目的数目）。

第二组信息是图形，如第 47 页的图 12 中所示，包含在“OptQuest 结果”窗口中显示的信息。

有关 Crystal Ball 报表的详细信息，请参阅联机《Oracle Crystal Ball 用户指南》。



图 12. 自定义报表中的 OptQuest 图形结果



注：

如果您运行有效边界优化，则只能创建默认 OptQuest 报表。这是因为每个测试点都存在一个最佳模拟。要通过有效边界分析创建自定义报表或其他任何类型的报表，请选取测试点并针对其运行模拟。

## 提取 OptQuest 数据

► 要将多种类型的 OptQuest 数据提取到工作表单元格以进一步分析：

1. 运行优化，并在 Crystal Ball 功能区中选择提取数据。

将打开提取数据首选项对话框。默认情况下，OptQuest 数据选项卡处于选定状态。

2. 选择要提取 OptQuest 解决方案、OptQuest 统计值还是两者，然后指明要提取所有决策变量的这类数据还是仅提取所选决策变量的这类数据。



注：

如果执行有效边界分析，然后选择 **OptQuest 解决方案**，则您可以选择是提取当前测试点的解决方案还是所有测试点的解决方案。如果选择第二项设置，则“要求”和“约束”列将显示一个值范围，系统会显示范围中每个测试点的解决方案。

3. 可选：单击**模拟数据**选项卡以仅提取最佳解决方案的模拟数据，如《Oracle Crystal Ball 用户指南》中所述。
4. 可选：单击**选项**选项卡以指明将数据提取到新工作簿还是工作表，还可以指定该数据工作表使用的名称。
5. 完成所有设置时，单击**确定**提取数据。

第 49 页的图 13 显示选择“OptQuest 解决方案”和“OptQuest 统计值”时会出现什么情况。一些 OptQuest 解决方案数据行已被忽略以显示 OptQuest 统计值。在此图中，数据是采用默认设置提取的。



图 13. 从 Hotel Design.xlsx 提取的数据

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				<b>Objective</b>	<b>Requirements</b>	<b>Decision Variables</b>			
2				<b>Maximize Mean</b>	<b>80% Percentile &lt;= 450.00</b>				
3	<b>Rank</b>	<b>Solution #</b>		<b>Total Revenue</b>	<b>Total room demand</b>	<b>Gold price</b>	<b>Platinum price</b>	<b>Standard price</b>	
4	1	370		\$40,447.14	449	\$108.00	\$120.00	\$81.00	
5	2	407		\$40,443.14	450	\$107.00	\$121.00	\$81.00	
6	3	429		\$40,435.67	450	\$106.00	\$122.00	\$81.00	
7	4	371		\$40,425.71	448	\$109.00	\$120.00	\$81.00	
8	5	431		\$40,423.76	449	\$108.00	\$121.00	\$81.00	
9	6	372		\$40,418.32	449	\$107.00	\$122.00	\$81.00	
10	7	433		\$40,409.41	449	\$106.00	\$123.00	\$81.00	
11	8	511		\$40,406.61	449	\$110.00	\$133.00	\$80.00	
12	9	357		\$40,402.25	447	\$110.00	\$120.00	\$81.00	
13	10	377		\$40,398.94	448	\$108.00	\$122.00	\$81.00	
54									
55									
56				<b>Objective</b>	<b>Requirements</b>	<b>Decision Variables</b>			
57				<b>Maximize Mean</b>	<b>80% Percentile &lt;= 450.00</b>				
58	<b>Statistics</b>			<b>Total Revenue</b>	<b>Total room demand</b>	<b>Gold price</b>	<b>Platinum price</b>	<b>Standard price</b>	
59	<b>Minimum</b>			\$40,226.67	444	\$101.00	\$120.00	\$80.00	
60	<b>Mean</b>			\$40,334.78	448	\$106.22	\$126.92	\$80.84	
61	<b>Maximum</b>			\$40,447.14	450	\$110.00	\$138.00	\$81.00	
62	<b>Std. Dev.</b>			\$61.96	1	\$2.29	\$4.80	\$0.37	
63									
64									
65	<b>Notes:</b>								
66	Extracted data for top 5% of solutions								
67									

输出与“OptQuest 结果”窗口的“解决方案分析视图”中显示的信息几乎完全相同，包括筛选选项和列排序顺序。要查看不同的解决方案集，请显示“解决方案分析视图”并更改选项，然后再选择提取数据。

有关提取数据的详细信息，请参阅联机《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

## 保存优化模型和设置

运行优化时，“选项”面板和“高级选项”对话框中的当前设置自动保存在首选项文件中，并将应用于未来的优化。

其他设置（例如目标、要求和约束定义）保存在通过“目标”面板中的下拉列表所选的主工作簿中。它们在优化运行时保存到工作簿，然而在您保存主工作簿本身之前，它们不会永久保存。

如果选择将优化值复制到模型，则这些值将显示为新单元格值，在保存模型时也会保存。每个工作簿都可以有一组优化设置。

如果运行优化之前在 OptQuest 向导中单击“关闭”，则 OptQuest 会询问是否保存设置。如果选择“是”，当前设置将保存到工作簿。否则，将丢弃当前设置，保留上次保存的设置。

## 关闭 OptQuest

要退出 OptQuest 而不运行优化，请在 OptQuest 向导中单击“关闭”。

如果您尚未保存对优化设置所做的更改，OptQuest 会提示您将其保存到主工作簿。

## 在 OptQuest 中设置有效边界分析

有效边界分析计算一条曲线，这条曲线描绘目标值随要求或约束的变化。典型的用途是比较不同风险级别的投资组合回报，以使投资者能够最大化回报并最小化风险。有关理论上的讨论，请参阅第 19 页的“有效边界分析”。有关有效边界图表的示意图，请参阅第 43 页的图 10。有关示例，请参见《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》。

要请求在 OptQuest 中执行有效边界分析，您需要在 OptQuest 向导的“目标”或“约束”面板中定义具有可变界限的要求或约束。

► 要为有效边界分析定义可变界限：

1. 在目标面板中，选择要修改的现有要求或添加并选择新要求。  
或者，在约束面板中选择约束。
2. 单击有效边界。
3. 有效边界行将在要求或约束附近打开。调整带下划线的元素，以便为要求或约束的一个或两个界限定义值范围。

为要求或约束界限定义范围（而不是单个点）时，还要通过设置步长值在范围中定义要检查的一系列点。OptQuest 针对范围中的每个测试点运行一个完整优化，并从限制性最强的要求测试点开始。然后，您可以查看收紧或放松要求的效果。

## 有效边界的可变界限示例

在第 60 页的“教程 2 - Portfolio Allocation 模型”中，投资者希望施加限制总回报标准偏差的条件。由于标准偏差是预测统计值而非决策变量，因此这一限制是一项要求。

然而，如果投资者想要查看要求略微增加是否会导致投资回报显著增加，投资者可以将此设置为带有可变上限的要求（因为这样会限制最大标准偏差）。投资者可以使用下限 \$8,000 和上限 \$10,000 定义此上限。有关此方法的示例，请参阅 Portfolio Revisited EF.xlsx。

## 从 .opt 文件传送设置

随附于早期版本的 Crystal Ball (11.1.1.x 之前的版本) 的 OptQuest 版本在 .opt 文件中存储优化设置。如第 49 页的“保存优化模型和设置”中所述，此版本的 OptQuest 将设置保存在工作簿中。.opt 文件查看器可以帮助您将设置从 .opt 文件传送到此版本。

► 要使用 .opt 文件查看器：

1. 打开在 11.1.1 之前的 Crystal Ball 版本中创建的优化模型。模型应至少定义了一个预测和一个决策变量。它们可以是“虚拟”数据单元格，您可以根据需要稍后将其删除。

2.



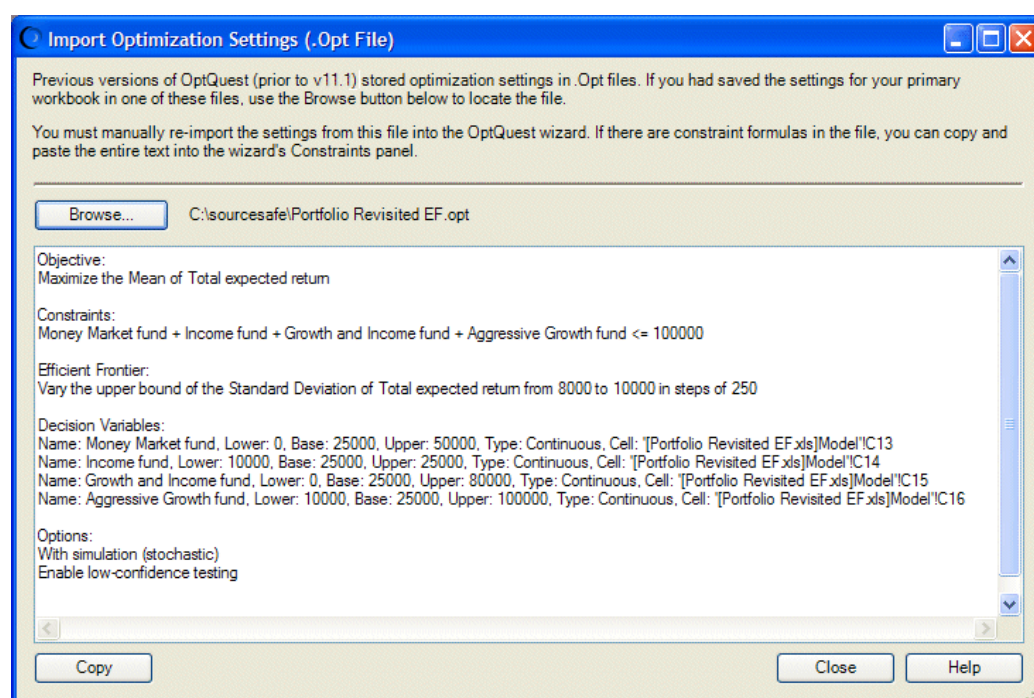
选择 OptQuest。

3. 目标面板打开时，单击导入。

导入优化设置对话框将打开。

4. 单击浏览查找 .opt 文件。找到所在文件夹后，双击该文件。其设置将显示在导入优化设置对话框中（参阅下面的第 51 页的图 14）。

图 14. 为 Portfolio Revisited EF.xlsx 导入的设置



目标及所有要求或约束显示在顶部。决策变量和选项显示在底部。

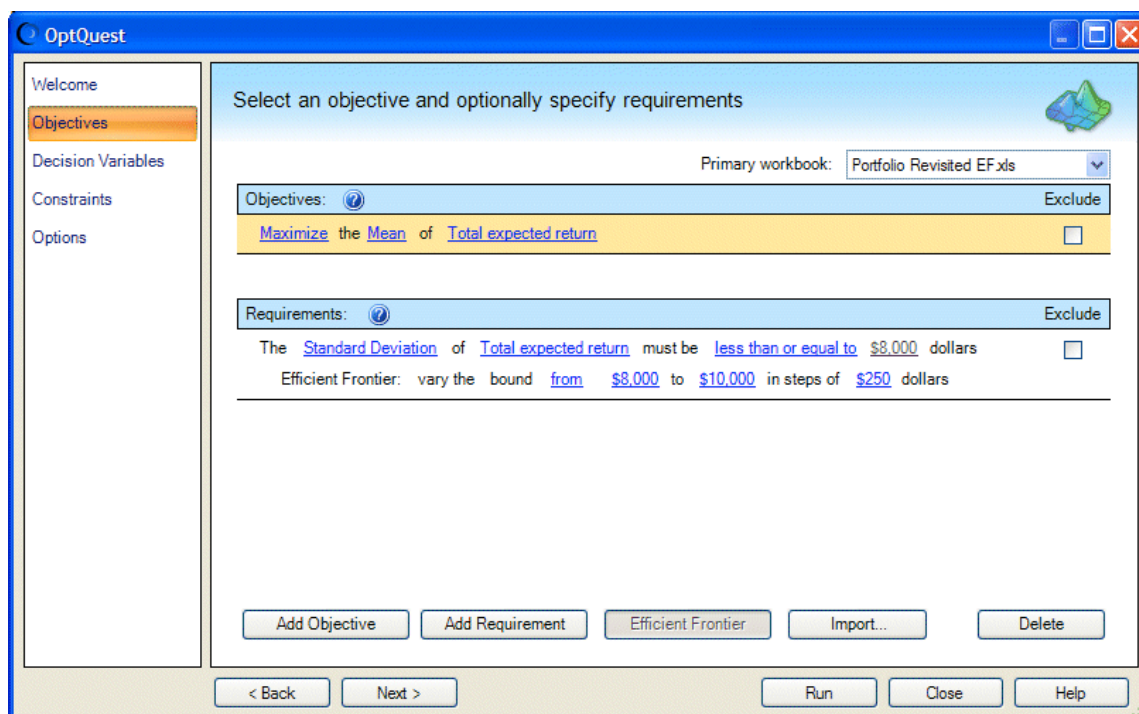
如果 .opt 文件包含用于有效边界分析的可变要求，则它会显示在决策变量附近并标记为“有效边界”，如第 51 页的图 14 所示。

选项设置指示优化是随机性的还是确定性的，以及是否启用了低置信度测试以在满足指定的条件时自动停止优化。

将 .opt 文件导入查看器后，您可以开始将信息传送到 OptQuest 向导的每个面板。

5. 在目标面板上，添加并设置目标，使其与查看器中的文本相匹配。
6. 如果有任何要求或可变要求，请添加并编辑它们，使其与文本相匹配。第 52 页的图 15 显示如何输入第 51 页的图 14 中的目标和标记为“有效边界”的要求。

图 15. “目标”面板，Portfolio Revisited EF.xlsx



7. 在约束面板中输入所有约束。您可以在查看器中选择一个或多个约束公式，单击“复制”按钮，然后使用 Ctrl +v 将约束粘贴到空白约束行中。如果您粘贴多个约束，则系统会自动将每个约束置于单独的行中。
8. 如果需要新的决策变量，必须在 Crystal Ball 中进行添加。如果需要，您可以将决策变量从查看器复制到记事本中，打印它们，然后在创建新的决策变量时参考打印内容。

定义所有决策变量后，重新启动 OptQuest。单击决策变量面板，确认已正确输入所有决策变量。

9. 现在，您可以运行优化了。所有新设置都已存储在工作簿中，下次您保存工作簿时这些新设置将随其一起永久保存。

您还可以将设置存储在其他工作簿中，将它们用于单个模型。有关说明，请参阅《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》的 OptQuest 部分中的 "Maintaining Multiple Optimization Settings for a Model"。

## 详细了解 OptQuest

要详细了解 OptQuest，请完成 [第 53 页的第 4 章](#)，“OptQuest 教程”中的教程。然后，查看《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》的 OptQuest 部分中的示例。要了解其他信息，请在 Crystal Ball 网站中查找培训机会：

<http://www.oracle.com/crystalball>。

# 4

## OptQuest 教程

在此部分：

简介 .....	53
教程 1 - Futura Apartments 模型 .....	53
教程 2 - Portfolio Allocation 模型 .....	60

### 简介

第一个教程 - Futura Apartments（未来公寓）模型是《Oracle Crystal Ball 用户指南》中第一个 Crystal Ball 教程中所用模型的扩展，目的是查找一栋公寓大楼的最佳租金。该模型几乎立即可以运行，这样您很快就会看到 OptQuest 的工作原理。

第二个教程 - Portfolio Allocation（投资组合分配）模型说明了您自己如何设置和定义优化。该模型的目的是查找能够平衡投资组合风险和回报的最佳投资组合。

### 教程 1 - Futura Apartments 模型

假设您最近购买了 Futura Apartments 楼群。您的一项重要决策是要收取多少租金。您对情况进行了调查，创建了一个电子表格模型来帮助您做出明智的决策。

根据价格结构分析和类似公寓楼群的出租率，您估计租房需求是所收租金的线性函数，表示为：

出租房间数 =  $-0.1 \times (\text{每间租金}) + 85$ ，

租金介于 \$400 和 \$600 之间。

此外，您还估计整个楼群每月运营成本平均约为 \$15,000。



注：

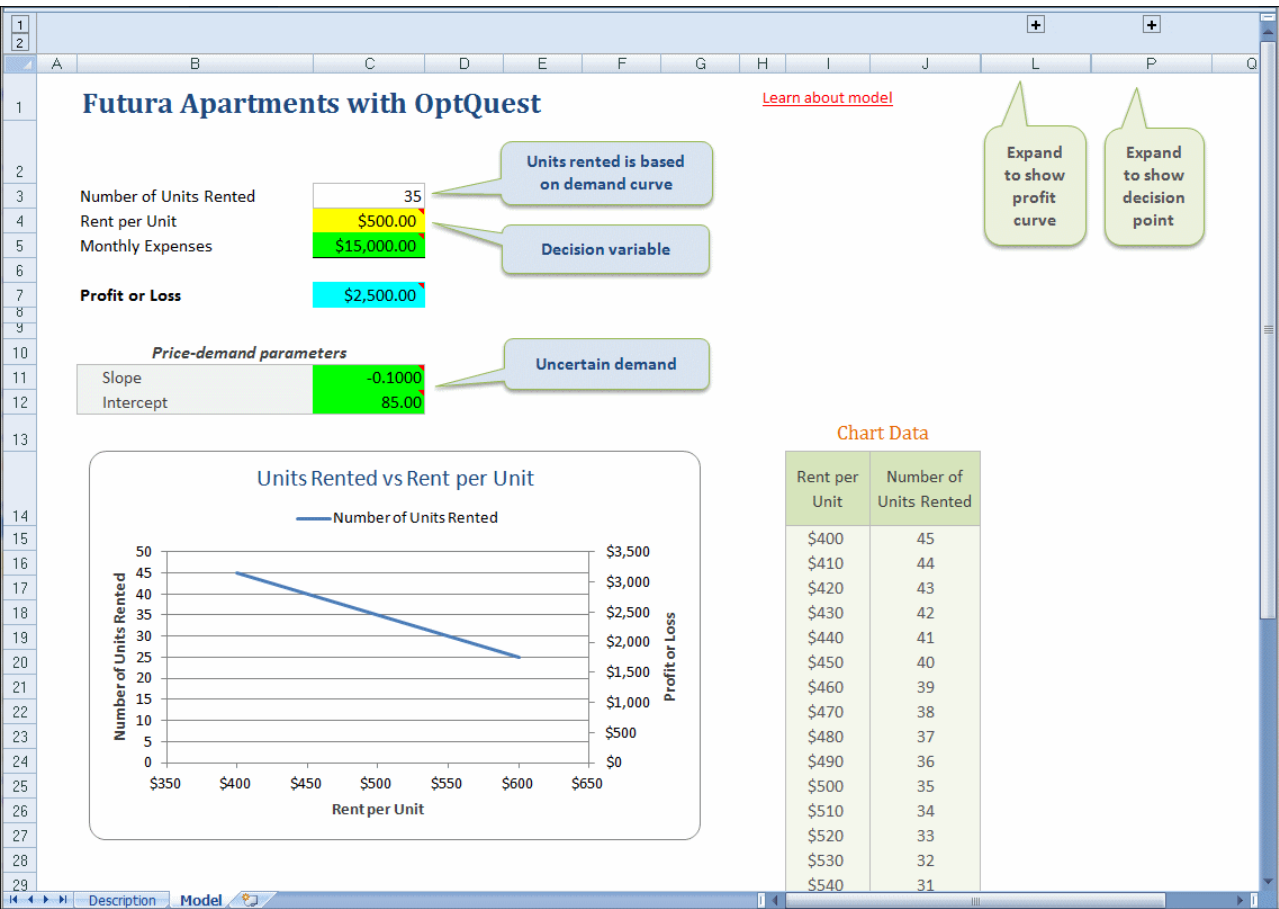
您可以使用 Crystal Ball 提供的预测器找到应变量与一个或多个自变量之间的线性关系。

► 要开始教程：

1. 启动 Crystal Ball。

2. 打开 Crystal Ball 示例模型列表中的 Futura With OptQuest.xlsx 工作簿（第 54 页的图 16）。

图 16. Futura Apartments 工作簿



请注意，租金设置为 \$500，其中：

出租房间数 =  $-0.1(500) + 85 = 35$ ，

总收益为 \$2,500。如果所有数据都确定，可以使用简单的数据表找到最佳租金值。但是，在更现实的情况下，每月运营成本和价格需求函数的参数（-0.1 和 85）并不确定（在本例中，已经定义这些假设的概率分布）。因此，确定最佳租金并不是一件简单的事。

3. 运行 OptQuest 之前，请在 Crystal Ball 功能区中选择运行首选项，然后设置以下运行首选项：


- 要运行的最大试验次数设置为 1000（默认值）
- 抽样方法设置为拉丁超立方
- 拉丁超立方样本大小设置为 500
- “随机数字生成”设置为使用同一随机数序列，初始种子值为 999

## 运行 OptQuest

► 执行以下步骤来启动 OptQuest 并优化 Futura Apartments 模型。



1.

要启动 OptQuest，请选择 OptQuest 。

此时将启动 OptQuest 向导。

如果这是您首次运行 OptQuest，将打开 OptQuest 欢迎面板。否则，将打开目标面板。



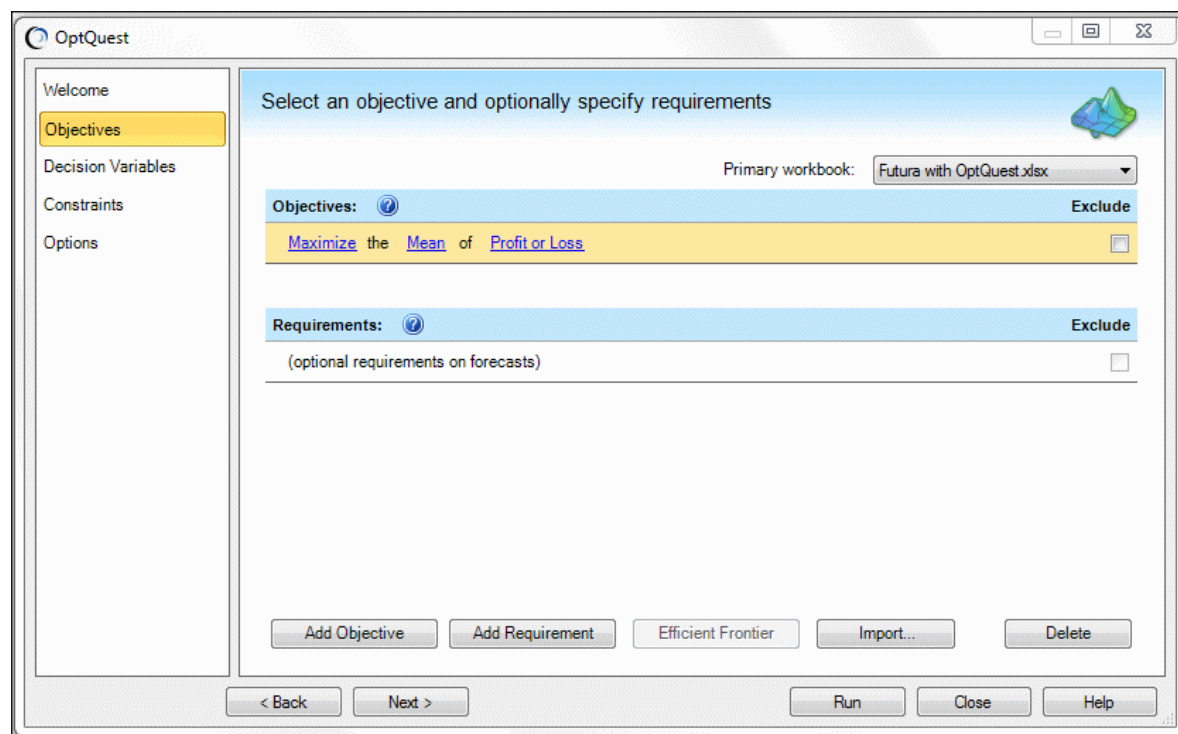
注：

请注意“欢迎”面板底部的文本，说明了当您运行优化时，所有 OptQuest 设置都会存储在工作簿中。

2. 可选：如果打开欢迎面板，请单击下一步。

此时将打开目标面板（[第 55 页的图 17](#)）。

图 17. “目标”面板 - OptQuest Futura 示例



本例的目标是最大化收益或损失预测的平均值。

3. 要定义目标，请单击添加目标。（在本例中，已经添加目标。）默认目标将显示在目标列表中：

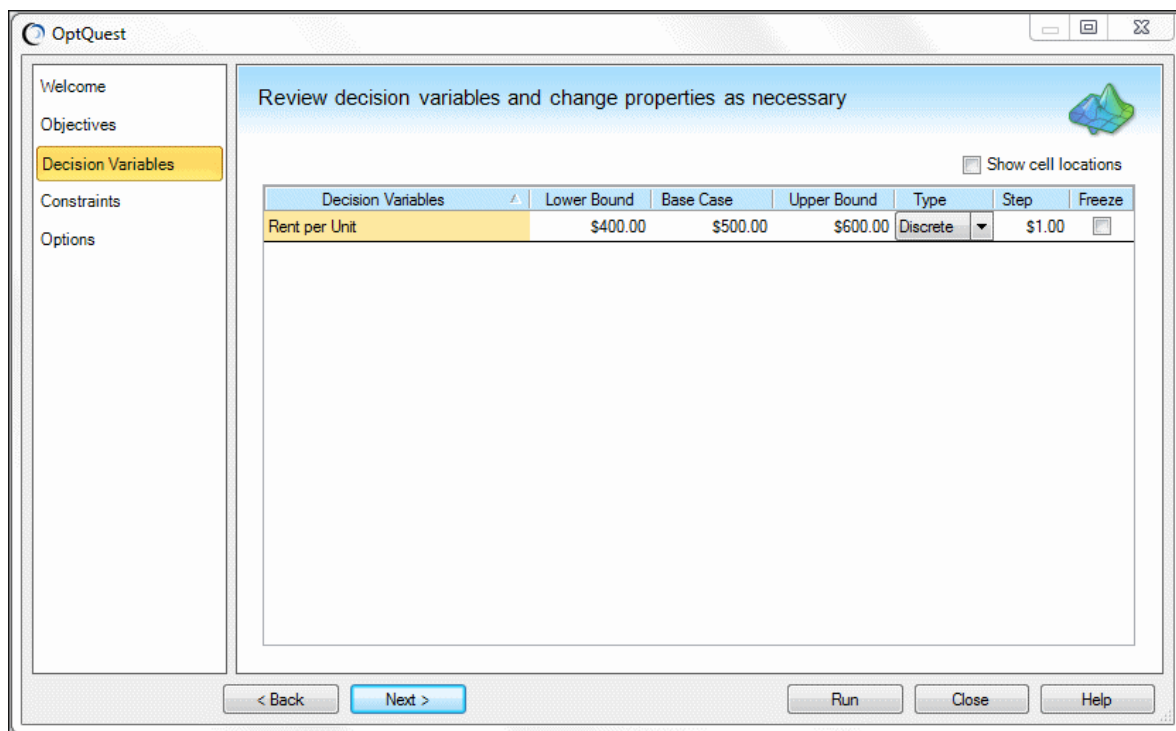
Maximize the Mean of Profit or Loss

这是需要的目标，因此不必进行进一步编辑。

4. 单击下一步继续。

此时将打开决策变量面板，如[第 56 页的图 18](#)中所示。

图 18. “决策变量”面板 - OptQuest Futura 示例



5. 决策变量面板显示了一个决策变量：单位租金。

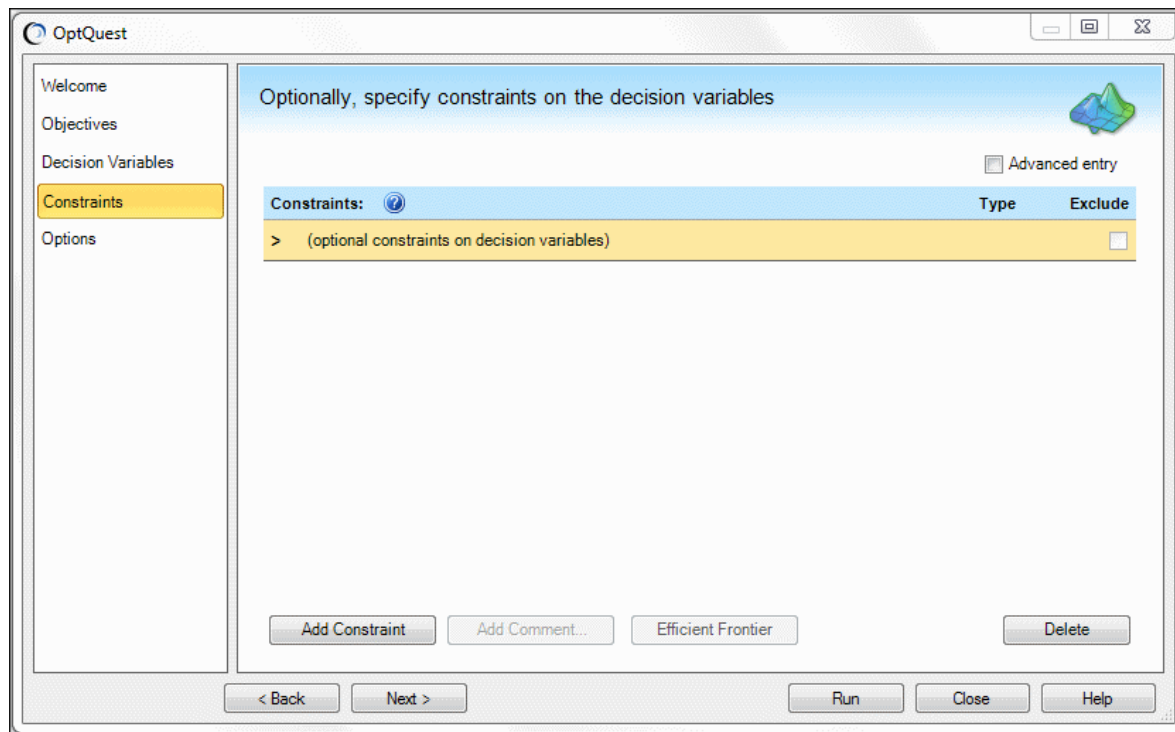
该变量的下限是 400，上限是 600，基本情况值是 500（工作表中的当前值）。变量类型列为“离散”。由于未选择“冻结”，因此该决策变量将包含在 OptQuest 模拟中。

6. 单击下一步继续。

此时将打开约束面板，如第 57 页的图 19 中所示。



图 19. “约束”面板 - OptQuest Futura 示例

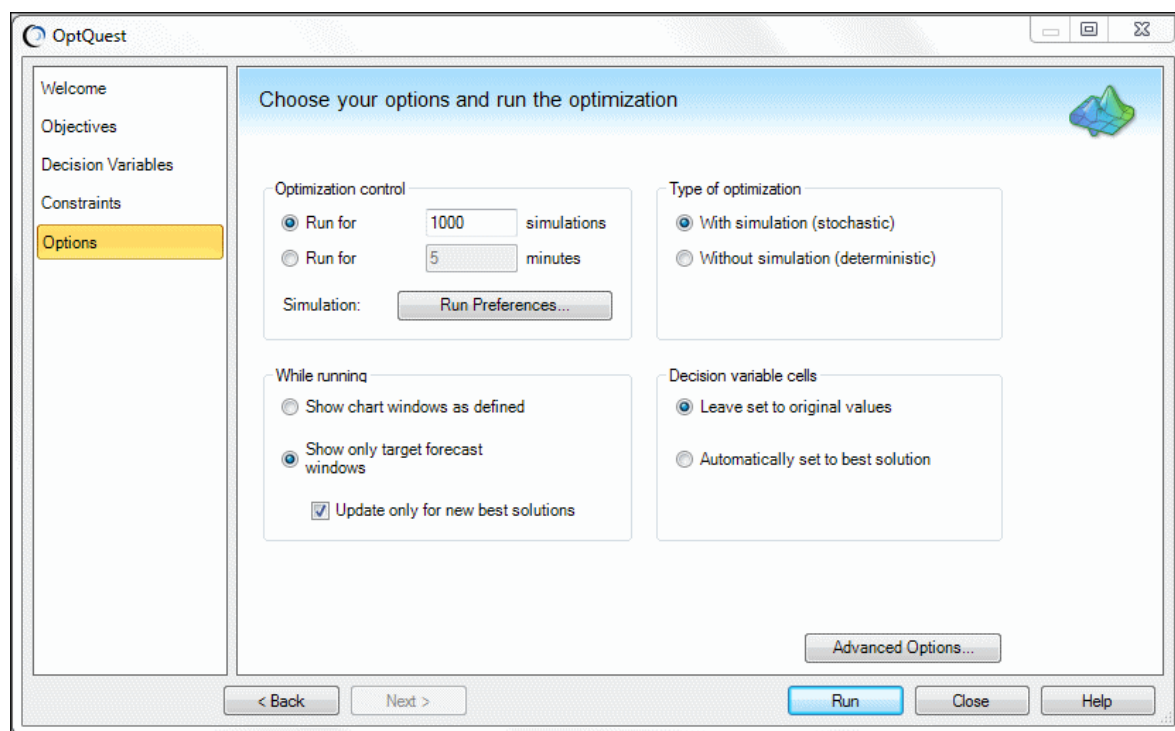


在本例中，对决策变量没有约束，因此请勿在此添加任何条件。

7. 单击约束面板中的下一步。

此时将打开选项面板。

图 20. “选项”面板 - OptQuest Futura 示例

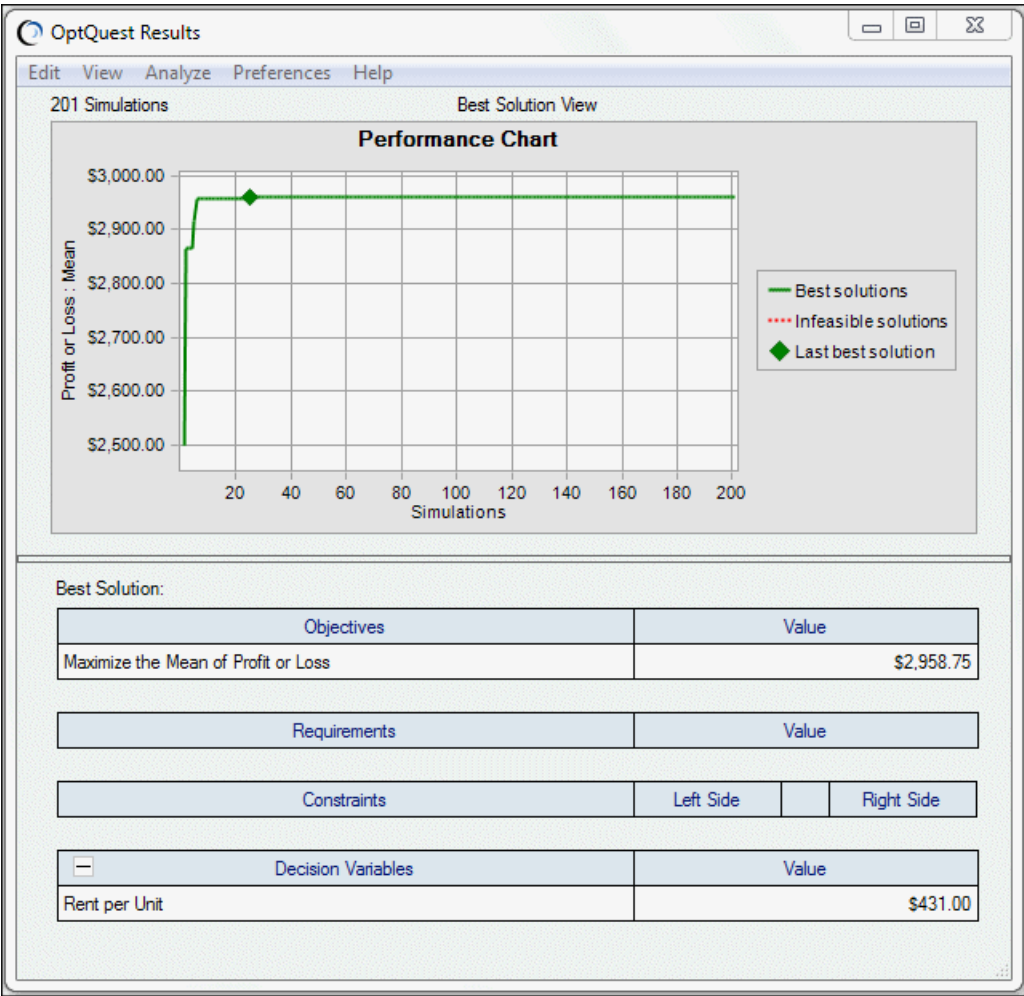


8. 将 OptQuest 设置为运行 1000 次模拟（默认值）。
9. 单击选项面板中的运行。

OptQuest 将从一组可行解决方案中系统地进行搜索，查找能够提高收益或损失预测平均值的解决方案。

在很短的时间内，OptQuest 就会找到最佳解决方案，并显示“OptQuest 结果”窗口（第 59 页的图 21）。

图 21. Futura Apartments 模型的 OptQuest 结果



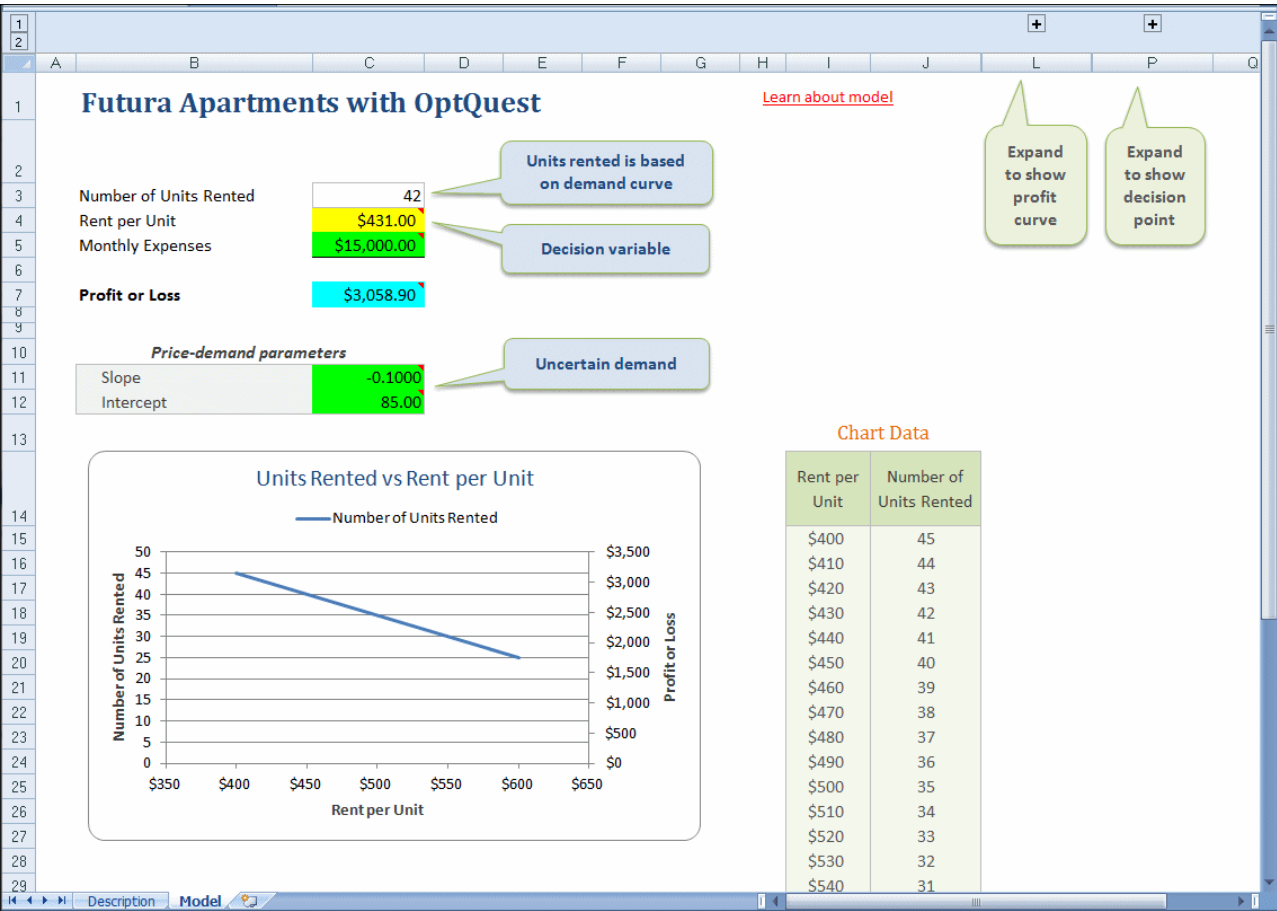
性能图表显示了 OptQuest 计算的解决方案。数字结果显示在图表下方的表格中。对于这项优化，在第 25 次模拟时找到了最佳解决方案。最高单位租金 \$431 产生最高平均预期收益 \$2,958.75。

按照您在“选项”面板中的要求，将显示最佳解决方案的预测图。如果您在预测图菜单栏中依次选择视图和统计值，会看到所显示预测分布的平均值等于“OptQuest 结果”窗口中显示的最高平均预期收益 (\$2,958.75)。

10. 在“OptQuest 结果”窗口菜单栏中依次选择编辑和将最佳解决方案复制到电子表格。

如果看一下 OptQuest Futura 工作簿，您会看到，单元格 C4（决策变量）现已设置为 OptQuest 计算的单位租金值 \$431。电子表格根据决策变量的最佳值进行确定性计算。由于单元格 C3 和 C7 中的公式包含 C4，因此这些单元格的值也已更改，如第 60 页的图 22 中所示。现在，您需要以每间 \$431 的价格出租 42 间，获得大约 \$3,059 的最高收益。

图 22. Futura - OptQuest 最高收益优化



注：

当您运行优化时，向导设置会自动保存到工作簿中。有关详细信息，请参阅第 49 页的“保存优化模型和设置”。

## 教程 2 - Portfolio Allocation 模型

这是一个更为详细的教程，将指导您使用带有 OptQuest 的 Crystal Ball Decision Optimizer 完成设置和运行优化模型的整个过程。如果您不熟悉基本的优化术语，例如目标和约束，请参阅第 13 页的第 2 章，“概述”。

### 问题说明

某个投资者要将 \$100,000 投资于四项资产。下方的列表中显示了这些资产的预期年度回报率，以及该投资者愿意分配给每项投资的最低和最高金额。

表 3. 投资组合分配预期回报和投资上下限

投资	年度回报率	下限	上限
Money market fund (货币市场基金)	3%	\$0	\$50,000
Income fund (收益基金)	5%	\$10,000	\$25,000
Growth and income fund (成长收益型基金)	7%	\$0	\$80,000
Aggressive growth fund (积极成长型基金)	11%	\$10,000	\$100,000

在该问题中，不确定性来源是各项资产的年度回报率。收益基金和货币市场基金这些比较保守的资产年度回报率相对稳定，而积极成长型基金波动性较高。

因此，决策问题是确定要在各项资产上投资多少才能最大化预期年度总回报，同时将风险维持在可接受的水平，且各项投资保持在下限和上限范围以内。

## 使用 OptQuest

使用 OptQuest 涉及以下步骤：

1. 为问题创建 Crystal Ball 模型。
2. 在 Crystal Ball 中定义决策变量。
3. 启动 OptQuest。
4. 在 OptQuest 中，定义预测目标和任意要求。
5. 选择要优化的决策变量。
6. 为决策变量指定任意约束。
7. 选择优化设置。
8. 运行优化。
9. 解释结果。

## 创建 Crystal Ball 模型

► 在本例中，已经为您创建了模型。要查看它：

1. 启动 Crystal Ball，然后从示例模型列表中打开 Portfolio Allocation.xlsx 工作簿。

下方的第 62 页的图 23 中显示了该问题的工作表。

图 23. Portfolio Allocation 工作表

Investments	Annual return	Lower bound	Upper bound
Money Market fund	3.0%	\$0	\$50,000
Income fund	5.0%	\$10,000	\$25,000
Growth and Income fund	7.0%	\$0	\$80,000
Aggressive Growth fund	11.0%	\$10,000	\$100,000
<b>Total amount available</b>		<b>\$100,000</b>	

Decision variables	Amount invested
Money Market fund	\$25,000
Income fund	\$25,000
Growth and Income fund	\$25,000
Aggressive Growth fund	\$25,000
<b>Total expected return</b>	<b>\$6,500</b>

**Total amount invested: \$100,000**

**Maximize return**

在本例中，问题数据值在第 5 行到第 9 行中指定。模型输入（决策变量值）、模型输出（预测目标）和约束（投资总额）在工作表的下半部分。


该模型的假设和预测单元格已经在 Crystal Ball 中定义。决策变量将在本教程中定义。

## 2. 确保按以下方式定义假设：

假设	单元格	分布	参数
Money market fund（货币市场基金）	C5	均匀	最小值：2% 最大值：4%
Income fund（收益基金）	C6	正态	平均值：5% 标准偏差：5%
Growth and income fund（成长收益型基金）	C7	正态	平均值：7% 标准偏差：12%
Aggressive growth fund（积极成长型基金）	C8	正态	平均值：11% 标准偏差：18%

如果您在查看或定义假设或预测方面需要帮助，请参阅《Oracle Crystal Ball 用户指南》。

## 3.


在 Crystal Ball 功能区中选择运行首选项 ，然后设置以下运行首选项：

- 要运行的最大试验次数设置为 1000
- 抽样方法设置为拉丁超立方
- 拉丁超立方样本大小设置为 500

- “随机数字生成”设置为使用同一随机数序列，初始种子值为 999

## 定义决策变量

► 下一步是确定和定义模型中的决策变量。OptQuest 模型必须至少有一个决策变量。

1. 定义第一个决策变量。
  - a. 选择单元格 C13。
  - b. 选择定义决策 。
  - c. 将变量类型设置为连续。
  - d. 根据问题数据（工作表中的 D 和 E 列）设置下限和上限，如第 61 页的表 3 和第 62 页的图 23 中所示。

请注意，您可以为单元格 D5、E5 和基金名称（单元格 B5）输入单元格引用。完成输入后，单元格引用会更改为其值。

2. 按照第 1 步中描述的过程，根据工作表中 D 和 E 列的值，定义单元格 C14、C15 和 C16 的决策变量。

如果将单元格引用用于在第 1 步中定义的决策变量的名称、下限和上限，您可以使用 Crystal Ball 的复制数据和粘贴数据命令来定义其余决策变量。

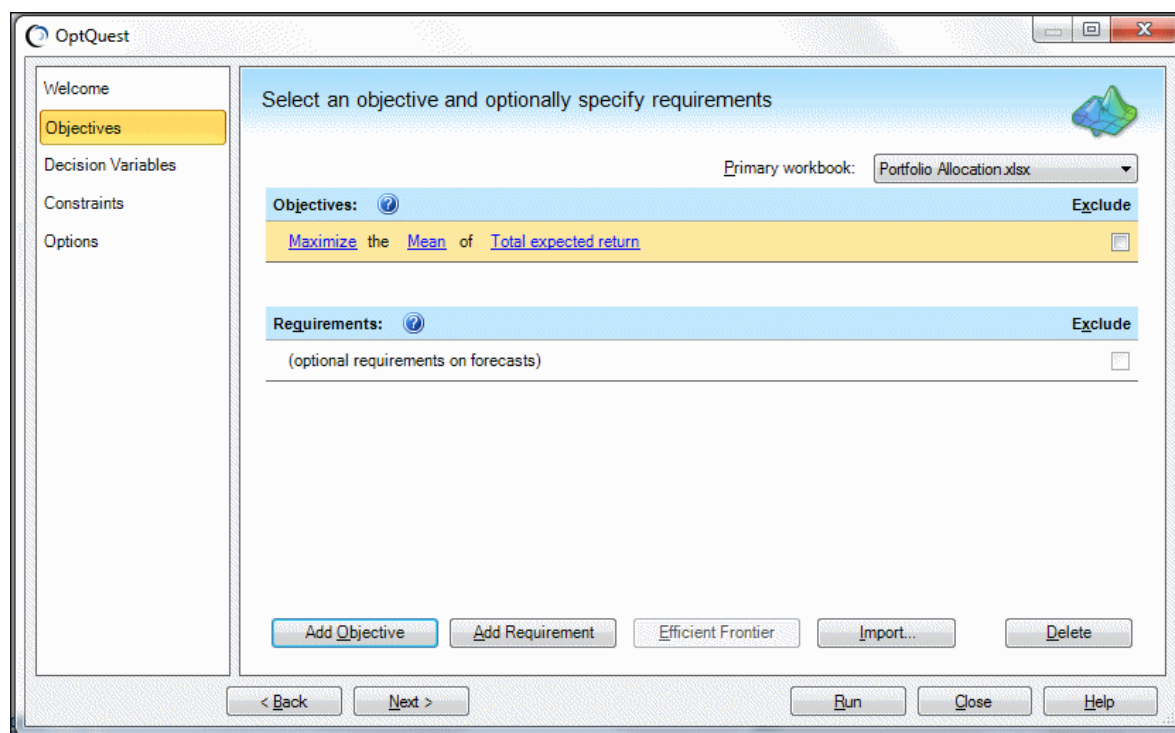
## 启动 OptQuest 并定义预测目标

► 您必须先定义预测目标，然后才能运行 OptQuest 模拟。为此：

1. 通过在 Crystal Ball 功能区中选择 OptQuest 来启动 OptQuest。

您可能已经至少启动过 OptQuest 一次，因此将打开目标面板（第 64 页的图 24）。

图 24. “目标”面板 - Portfolio Allocation 示例（已添加目标）



OptQuest 要求您选择一项预测统计值作为要最小化、最大化或设置为目标值的目标。除定义目标之外，您还可以定义优化要求（在[第 70 页](#)的“编辑优化设置”中论述）。

如前所述，该示例问题的目标是最大化预期总回报。由于与 Crystal Ball 配合使用的 OptQuest 计算预测作为分布（值的范围），因此预期总回报预测平均值提供了很有代表性的统计值用于目标。

- 要定义目标，请单击添加目标。此时将显示默认目标。在[第 64 页](#)的图 24 中，已经添加了默认目标：

Maximize the Mean of Total Expected Return

这是需要的目标，无需进行编辑。

- 单击下一步继续。

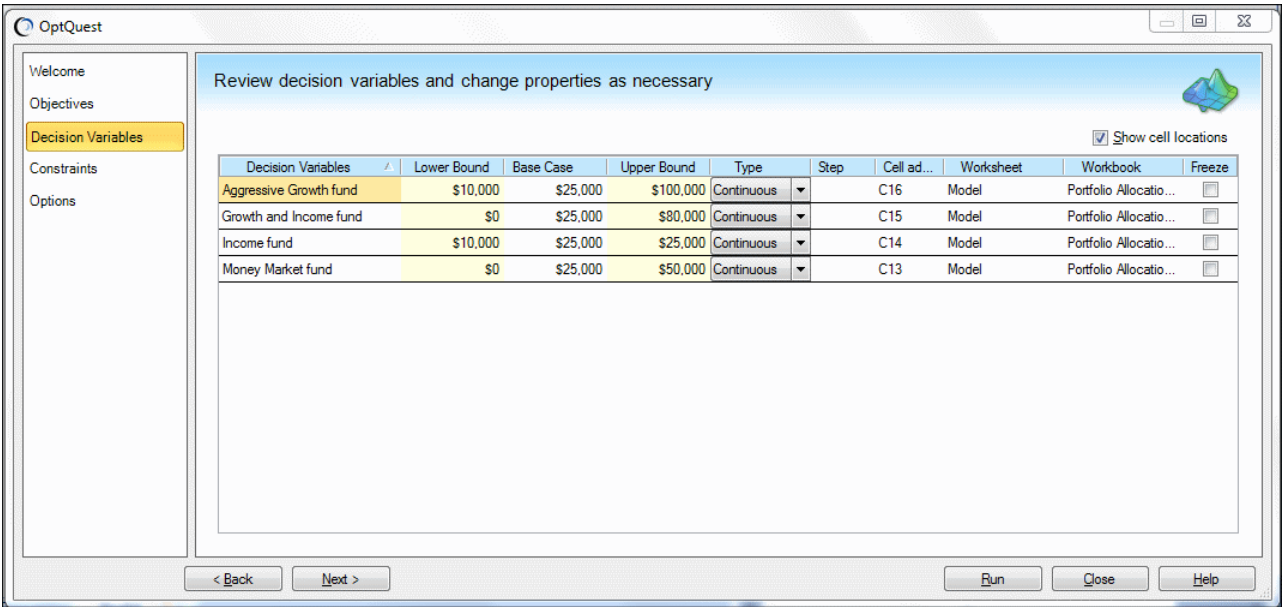
此时将打开决策变量面板。

## 选择要优化的决策变量

单击下一步时，将打开决策变量面板，类似于[第 65 页](#)的图 25。



图 25. 标有单元格位置的“决策变量”面板 - Portfolio Allocation 示例



在 Crystal Ball 模型中定义的每个决策变量都会显示在“决策变量”面板中。最后一列指示变量是否已经“冻结”或者从优化中移除。在图 25 中，选择了显示单元格位置，因此会在最后一列前面显示单元格地址。

其他列显示各个变量的上下限、基本情况值（当前模型值）、类型和步骤。

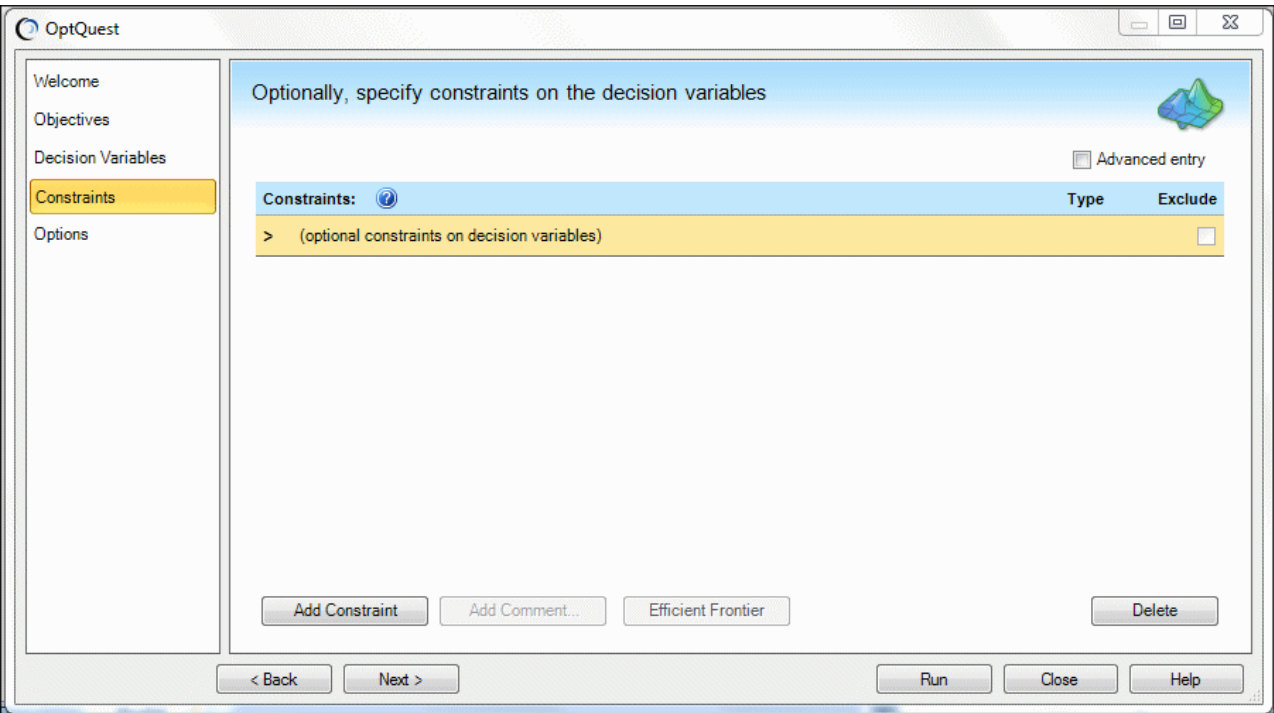
➤ 本例中的设置正确，因此选择显示单元格位置，然后单击下一步继续。

此时将打开约束面板，如图 26 中所示。

## 指定约束

单击决策变量面板中的下一步时，将打开约束面板。

图 26. 无数据的“约束”面板 - “简单输入”模式



(可选) 使用“约束”面板指定可以为决策变量定义的任何限制。该模型中的约束将初始投资限制到 \$100,000。

默认情况下，将以“简单输入”模式打开“约束”面板。在这种模式下，大多数约束公式都会输入电子表格中的单元格。然后，使用简单的条件表达式（例如 Sheet1!A1 <= 100.）来完成“约束”面板上的约束公式。

例如，以之前给出的约束公式为例：

Money Market fund + Income fund + Growth and Income fund + Aggressive Growth fund = 100000

在 Oracle Crystal Ball Decision Optimizer 中将每个资金值定义为一个决策变量。在本例中，这些决策变量在单元格 C13 到 C16 中定义，如第 65 页的图 25 中所示。

前面所示约束公式的左侧已经输入 Portfolio Allocation 示例的 Model 工作表的单元格 G13：

=SUM(C13:C16)

► 要将约束输入约束面板：

1. 单击添加约束。

此时将显示带有两个编辑框的一行，如下方第 66 页的图 27 中所示。

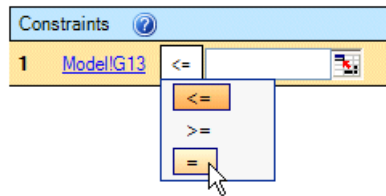
图 27. “简单输入”模式下的约束编辑器



2. 在第一个框中，输入包含约束公式左侧内容的单元格，在本例中是单元格 G13。您可以键入 =G13，也可以使用单元格选择器指向该单元格。如果单元格有范围名称，您可以使用该名称而不使用单元格地址。

3. 默认运算符是  $\leq$ 。在本例中，公式需要的运算符是  $=$ 。单击带有下划线的运算符，然后选择需要的一个（第 67 页的图 28）。

图 28. 更改约束运算符



4. 要输入等式右侧的值，既可键入一个数字，也可引用一个包含值或公式的单元格或范围名称。在下方的第 67 页的图 29 中，输入了数字 100000。

图 29. 在“简单输入”模式下输入约束



5. 此时，您可以执行以下操作之一：
  - 添加其他约束
  - 添加注释
  - 添加可变界限以便进行有效边界分析
  - 单击下一步继续，以显示选项面板。
  - 单击运行来运行优化

有关添加注释和可变界限的更多信息，请参阅第 28 页的“约束编辑器和相关按钮”。

或者，您也可以在“高级输入”模式下直接输入约束公式。有关示例，请参阅第 27 页的“在“高级输入”模式下指定约束”。

6. 约束设置完成时，单击下一步继续。

此时将打开选项面板，类似于第 58 页的图 20。

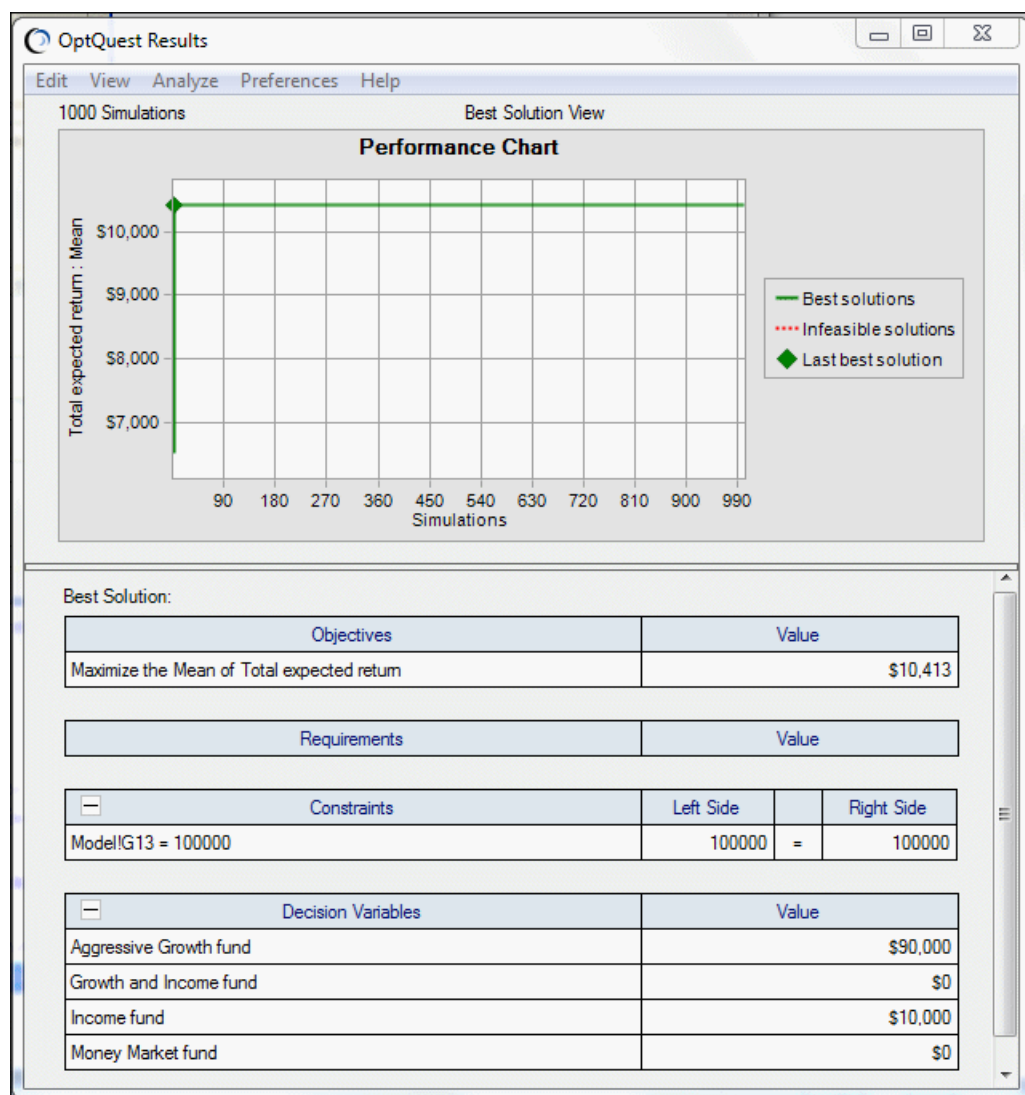
## 设置选项并运行优化

- 在“选项”面板中，您可以设置用于控制优化过程的选项。有关详细信息，请单击“帮助”按钮。

1. 在本教程中，将最大模拟次数设置为 1000。
2. 单击运行。

此时将打开“OptQuest 结果”窗口（第 68 页的图 30）。它以“最佳解决方案视图”显示，概述了优化过程中找到的最佳解决方案。

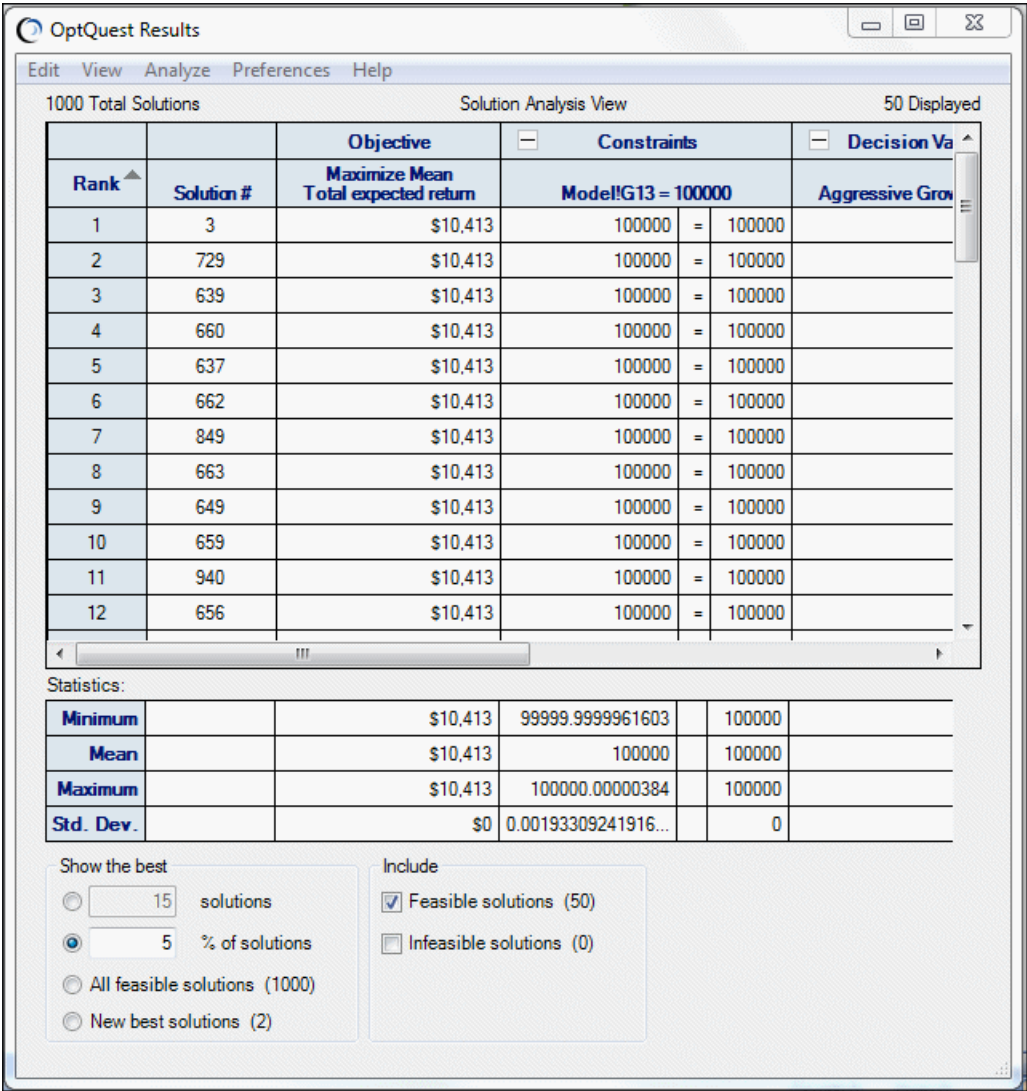
图 30. “OptQuest 结果”窗口 -“最佳解决方案视图”，Portfolio Allocation 模型



预期总回报预测的平均值 \$10,413 显示在“目标”表中。在“决策变量”表中，您会看到为了实现目标要分配给每项基金的金额：积极成长型基金 = \$90,000；成长收益型基金 = \$0；收益基金 = \$10,000；货币市场基金 = \$0。

如果在菜单栏中依次选择视图和解决方案分析，将显示“解决方案分析”表。

图 31. “OptQuest 结果”窗口 -“解决方案分析视图”，Portfolio Allocation 模型



默认情况下，解决方案列表显示按目标值排名前 5% 的解决方案。如果滚动列表，您会看到 OptQuest 在搜索最佳解决方案过程中尝试的各組决策变量值。您还会看到根据这些决策变量计算的要求和约束公式的值。

解决方案列表下方的统计值表显示了目标、约束和每个决策变量（表中的列）的最小值、平均值、最大值和标准偏差值。

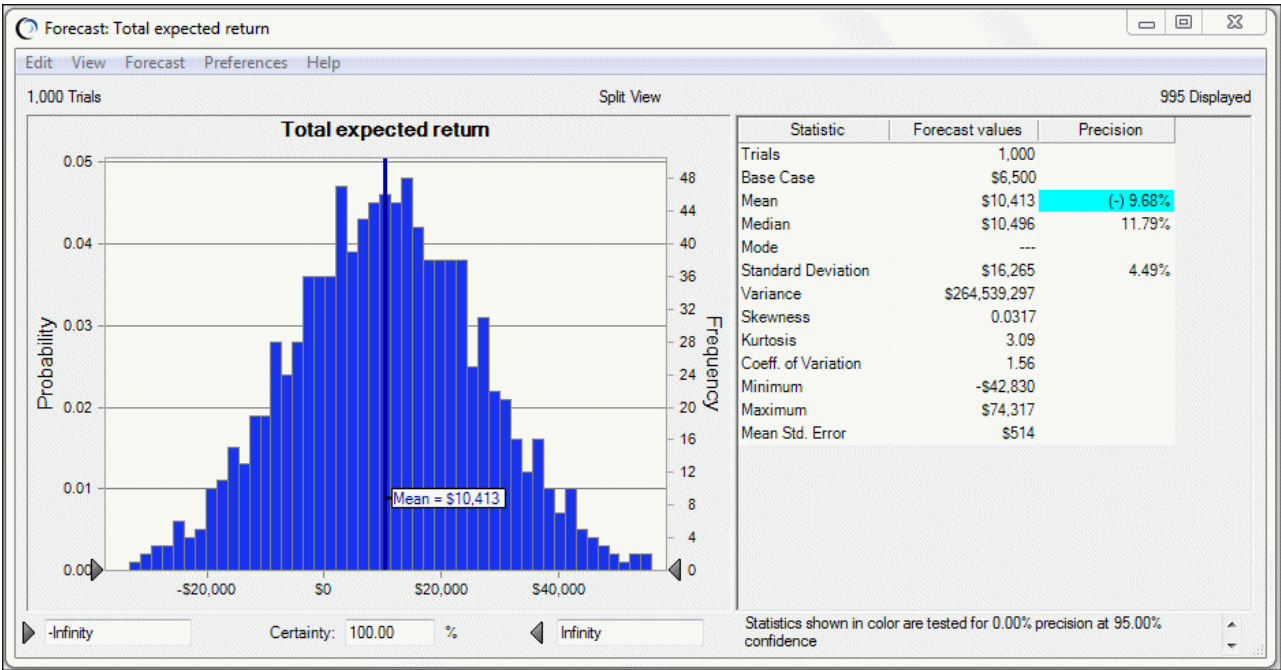
在本例中，投资战略最大化了投资组合回报，但代价是：因波动性较高且多样性较低而导致风险较高。这确实是最佳战略吗？要弄清答案，投资者必须解释结果。

## 解释结果

要解释 OptQuest 结果，首先要查看最佳模拟的预测图。如果它尚未出现在屏幕上，请依次选择“查看图表”和“预测图”，然后选择“预期总回报”。

下方的第 70 页的图 32 在“拆分视图”中显示了预测图和统计值。请注意，与平均回报 \$10,413 相比，预测的标准偏差非常高，是 \$16,265。这两个值的比率即变异系数显示为 1.56 或大于 150%。大多数资金分配给了积极成长型基金，该基金回报的不确定性非常高，表示投资的相对风险。

图 32. Portfolio Allocation 预测图 -“拆分视图”



### 编辑优化设置

在投资组合管理过程中，控制解决方案的变异性以最小化风险与实现高预期回报一样重要。假设该投资者想要降低投资组合回报的不确定性，同时仍试图最大化预期回报。您可能要查找标准偏差低得多（比如低于 \$8,000）的最佳解决方案。

您可以编辑 OptQuest 设置来添加这项风险限制，同时仍最大化预期总回报。

► 要编辑 OptQuest：

1. 在 Portfolio Allocation.xlsx 打开且按照本教程中前面所述进行设置的情况下，在 Oracle Crystal Ball 功能区中选择 OptQuest。如果您刚刚运行了优化，请单击 OptQuest 控制面板中的重置。显示重置提示时，选择启动 OptQuest 向导，然后单击是。
2. 可选：如果它尚未打开，请单击 OptQuest 向导导航窗格中的目标。

此时将打开面板，最大化预期总回报的平均值列为目标。

3. 单击添加要求。

这样将在要求区域创建一个新行：

Requirements: ?	Exclude
The Mean of Total expected return must be greater than or equal to \$100 dollars	<input type="checkbox"/>



4. 在新行中，单击平均值。在列表中，选择标准偏差。
5. 单击大于或等于，将其更改为小于或等于。
6. 然后单击 100，将其更改为 8000。

这样便添加了一项要求：预期回报标准偏差必须小于或等于 \$8,000，才会认为解决方案可行。

图 33. 带有新要求的“目标”面板

Objectives: ?	Exclude
<a href="#">Maximize</a> the <a href="#">Mean</a> of <a href="#">Total expected return</a>	<input type="checkbox"/>

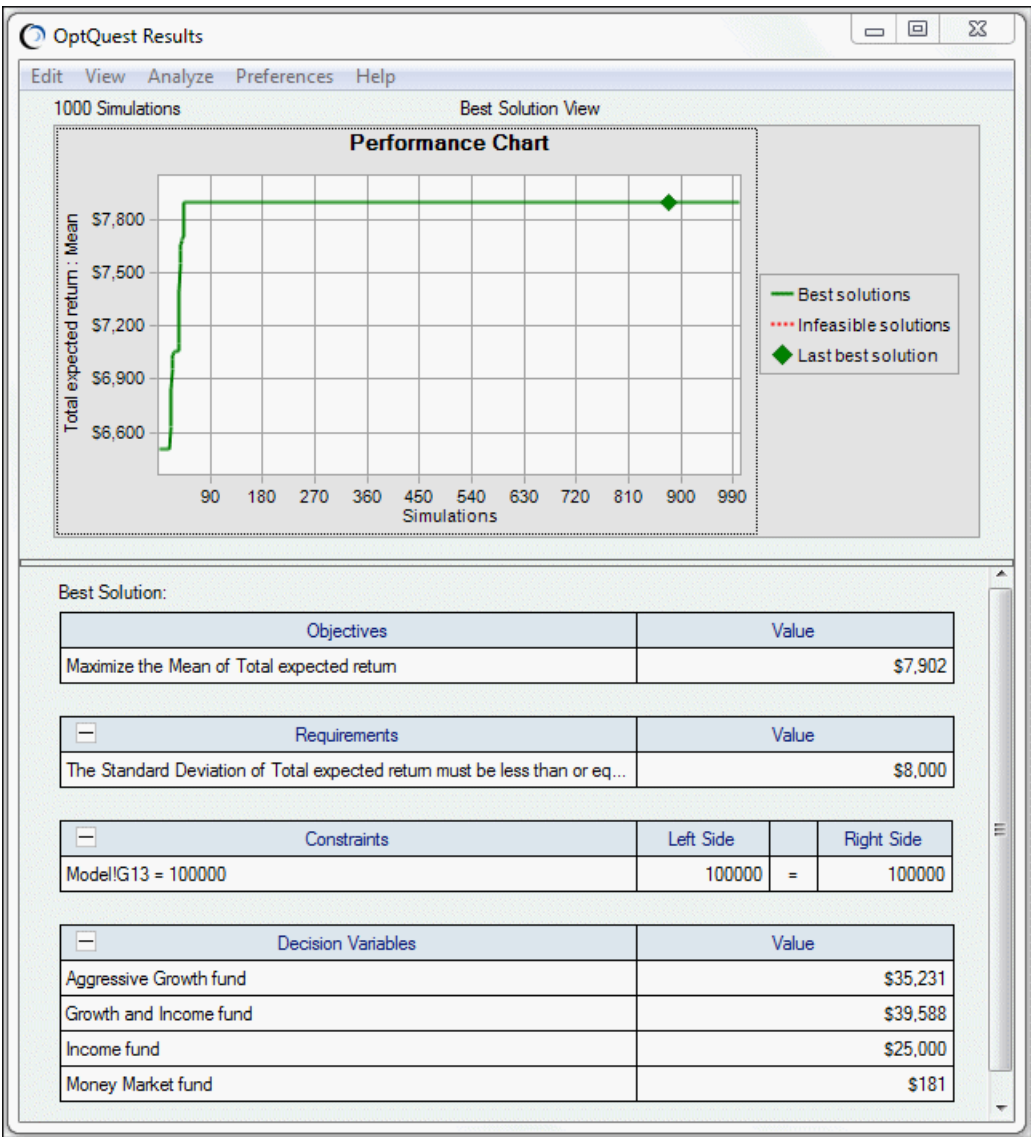
---

Requirements: ?	Exclude
The <a href="#">Standard Deviation</a> of <a href="#">Total expected return</a> must be <a href="#">less than or equal to</a> <a href="#">\$8,000</a> dollars	<input type="checkbox"/>

7. 单击运行。

新结果将显示在第 72 页的图 34 中。

图 34. 有风险的 Portfolio Allocation 优化结果

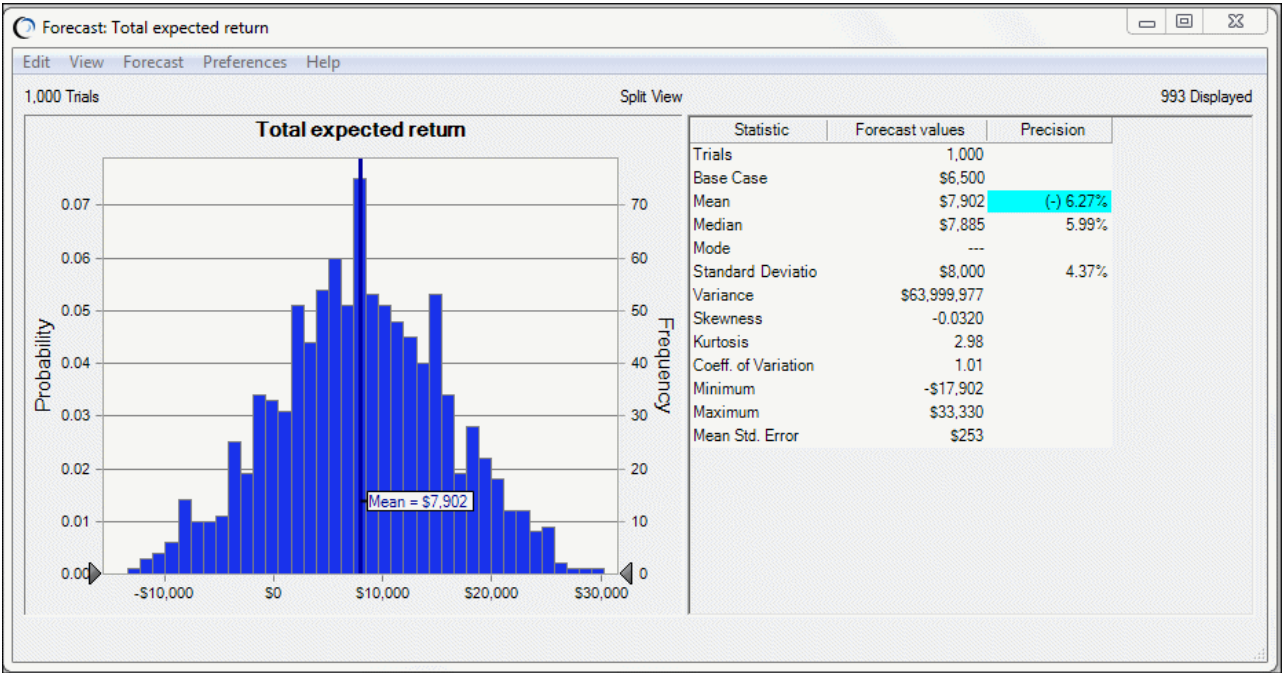


如第 72 页的图 34 中所示，OptQuest 找到了非常符合要求的解决方案。预期总回报标准偏差刚刚低于 \$8,000。然而，在不对风险加以限制的情况下，目标值现在明显低于之前的解决方案（第 68 页的图 30）。

如果返回到 Portfolio Allocation 模型，在“拆分视图”中显示生成的预测图（第 73 页的图 35），则您会看到新值显示出来。预期总回报标准偏差刚刚低于 \$8,000，变异系数稍大于 1。



图 35. 有低风险要求的最佳优化解决方案



### 解释结果

该解决方案显著降低了预期总回报的变异性，不过现在平均回报较低。投资组合实现这一点是通过寻找保守型和激进型投资的最佳组合。因此，投资者必须在高回报高风险与低回报低风险之间权衡取舍。

该解决方案与高风险解决方案相比如何呢？要回答这个问题，您可以将第 70 页的图 32 与第 73 页的图 35 进行比较。第 73 页的图 35 中的平均回报较低，但是标准偏差、方差和变异系数（风险指标）也较低。

### Portfolio Allocation 优化小结

找到的最优 OptQuest 解决方案可能并不是问题的真正最优解决方案，但是应该接近真正最优解决方案。结果的准确性取决于选择的搜索时间限制、每次模拟的试验次数、决策变量数目和问题的复杂性。决策变量越多，需要的模拟越多。有关搜索过程的其他详细信息，请参阅《Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide》的 OptQuest 部分。

使用 OptQuest 解决优化问题后，要使用最佳决策变量值运行较长的 Crystal Ball 模拟，更准确地计算建议解决方案的风险。



# 词汇表

APT	Arbitrage Pricing Theory (套利定价理论)。
assumption (假设)	电子表格模型中估计的值或输入。假设使用概率分布得到模型数据的不确定性。
bound (界限)	为每个决策变量设置的上限或下限。
certainty (确定性)	属于某一范围的模拟结果的百分比。
coefficient of variation (变异系数)	衡量相对变化的度量，将标准偏差与平均值进行比较。为了进行比较，结果能以百分比表示。
constraint (约束)	用于限制模型可能的解决方案的限制条件。必须从决策变量角度定义约束。
continuous (连续)	一种变量，可以是小数（即它可以取下限和上限之间的任何值）。不需要步长，给定的任何范围均包含无限个可能的值。连续变量还描绘了仅包含连续变量的优化模型。
correlation coefficient (相关系数)	一个介于 -1 和 1 之间的数字，从数学角度指定假设单元格之间正相关或负相关的程度。相关系数 1 表示完全正相关，-1 表示完全负相关，0 表示不相关。
correlation (关联)	假设单元格之间存在的依赖性。
decision variable (决策变量)	一种您可以在模型中控制的变量。
deterministic (确定性)	一个不带随机变量的模型或系统，会生成单值结果。
discrete variable (离散变量)	一种变量，取值只能等于下限加上步长的倍数；步长是大于零但小于变量范围的任意数。离散变量还描绘了仅包含离散变量的优化模型。
distribution (分布)	请参阅“probability distribution (概率分布)”。
efficient frontier (有效边界)	一条曲线，描绘目标值随要求或约束的变化。典型的用途是比较不同风险级别的投资组合回报。
efficient portfolio (有效组合)	资产组合，在不产生更高风险的情况下不可能获得更高的回报，在不产生更低回报的情况下也不可能得到更低的风险。有效组合直接在有效边界上。
EOQ	Economic Order Quantity (经济订货量)。
feasible solution (可行解决方案)	满足对决策变量施加的任何约束以及对预测统计值施加的任何要求的解决方案。
final value (最终值)	模拟过程中为预测计算的最后一个值。当一项预测包含累计多次模拟试验的值的函数或者是计算另一项预测的统计值的函数时，最终值非常有用。
forecast objective (预测目标)	模型中的一项预测，OptQuest 将其用作主要优化目标。OptQuest 将最大化或最小化预测分布的统计值。
forecast statistic (预测统计值)	预测分布的汇总值，例如平均值、标准偏差或方差。您可以最大化或最小化预测统计值或者将其设置为目标值来控制优化。

forecast (预测)	电子表格模型中假设的数学组合的统计摘要，以图形或数字形式输出。预测是模型中可能的结果的频率分布。
frequency distribution (频率分布)	一个图表，以图形的形式汇总一系列值，将其细分成若干组并显示其频率计数。
heuristic (试探算法)	一项用于改进解决方案的近似自识技术。
inventory level (库存水平)	现有库存量，不计入已订购但尚未收到的数量。
inventory position (库存量)	现有库存量加上已订购但尚未收到的任何数量，再减去任何延期交货量。
inventory (库存)	搁置一旁供将来使用的任何资源，例如原材料、半成品和成品。库存还包括人力、财务和其他资源。
kurtosis (峰度)	曲线尖峰程度的度量。峰度越高，曲线上的点距离曲线的众数越近。正态分布曲线的峰度为 3。
Latin hypercube sampling (拉丁超立方抽样)	<p>一种抽样方法，将假设的概率分布分成若干个等概率区间。区间数量对应于 Crystal Ball“运行首选项”对话框中的“样本大小”选项。然后生成各个区间的随机数。</p> <p>与传统的 Monte Carlo 抽样方法相比，拉丁超立方抽样更加精确，因为以更均衡且更一致的方式在整个分布范围内抽样。这种方法提高了准确性，代价是同时提高了内存要求，要求存储每个假设的整个拉丁超立方样本。</p>
linear (线性)	一种数学关系，公式中的所有项只能包含一个变量乘以一个常量。例如， $3x - 1.2y$ 就是一种线性关系，因为第一项和第二项都只涉及一个常量乘以一个变量。
maximum (最大值)	数据集中的最大值。
mean standard error (平均标准误差)	可能样本平均值分布的标准偏差。该统计值可以表明模拟的准确程度。
mean (平均值)	一组观测数值的常见算术平均值：观测数值的总和除以观测次数。
median (中间值)	最小可能值和最大可能值中间位置（按顺序）的值。
metaheuristic (启发式算法)	一系列优化方法，包括遗传算法、模拟退火算法、禁忌搜索算法、分散搜索算法及其混合。
minimum (最小值)	数据集中的最小值。
mixed (混合)	一种类型的优化模型，同时包含离散和连续决策变量。
mode (众数)	数据集中出现最频繁的值（如果存在）。
model (模型)	问题或系统在 Excel 等电子表格应用程序中的一种表示方式。
multiobjective optimization (多目标优化)	一种将多个经常冲突的目标（例如最大化回报和最小化风险）组合成一个目标的技术。
nonlinear (非线性)	一种数学关系，公式中的一项或多项呈非线性。诸如 $x^2$ 、 $xy$ 、 $1/x$ 或 $3.1x$ 等项构成非线性关系。请参阅“linear（线性）”。

NPV	Net Present Value（净现值）。NPV 等于现值减去初始投资。
objective（目标）	从决策变量的角度建立预测公式，给出了模型目标的数学表达式。
optimal solution（最优解决方案）	取得最佳结果的一组决策变量值。
optimization model（优化模型）	试图最大化或最小化某个量（目标，例如收益或风险）的模型。
optimization（优化）	查找模型最优解决方案的过程。
order quantity（订购量）	当库存达到再订购点时再订购的标准产品数量。
percentile（百分点）	一个零到一百之间的数字，表示等于或小于某个值（默认定义）的概率分布百分比。
performance（性能）	对于优化程序来说，是指尽快找到高质量解的能力。
probability distribution（概率分布）	一组所有可能的事件及其关联的概率。
probability（概率）	事件的可能性。
random number generator（随机数生成器）	在计算机程序中实施的一种方法，能够生成一系列独立的随机数。
random number（随机数）	从数学上选择的值，生成该值（由公式生成或从表中选择）形成概率分布。
range（范围）	数据集中最大值和最小值之间的差异。
rank correlation（等级相关）	一种运算方法，Crystal Ball 在计算相关系数之前借助这种方法将假设值替换为其等级，最低值到最高值为 1 到 N。借助这种方法，可以在关联假设时忽略分布类型。
RAROC	一个多目标函数，计算风险调整的资本回报 (Risk-adjusted Return On Capital)。
reorder point（再订购点）	再订购时的库存量。
requirement（要求）	对预测统计值的限制，要求统计值在指定的下限和上限之间，才会认为解决方案可行。
risk factor（风险系数）	一个数字，表示投资相对于一项标准（例如美国国债）的风险，尤其是在 APT 中使用。
risk（风险）	某个事件或决策结果的不确定性或变异性。
safety stock（安全库存）	库存中保留的超出计划使用率的额外数量。
seed value（种子值）	随机数序列中的第一个数。对于每次运行模拟时的假设值，给定的一个种子值会生成同一序列的随机数字。
sensitivity analysis（敏感度分析）	从假设或决策变量单元格角度计算预测单元格的敏感度。

sensitivity (敏感度)	因假设或决策变量单元格的不确定性（概率分布）和模型敏感度而造成预测单元格不确定性的程度。
simulation (模拟)	一组 Crystal Ball 试验。OptQuest 针对不同组的决策变量值运行多次模拟来查找最优解决方案。
skewed (偏态)	非对称分布。
skewness (偏斜度)	衡量非对称分布的曲线偏离基准程度的度量。偏斜度越大，曲线上在峰值一侧的点较之另一侧越多。正态分布曲线不偏斜，是对称图形。
spreadsheet model (电子表格模型)	表示一个实际或假设系统或者一组关系的任何电子表格。
standard deviation (标准偏差)	分布的方差的平方根。衡量分布变异性（即值散布在平均值周围）的度量。
step size (步长)	定义规定范围内离散决策变量连续值之间的差异。例如，如果某个离散决策变量范围是 1 到 5，步长大小是 1，它的取值只能是 1、2、3、4 或 5；如果某个离散决策变量范围是 0 到 17，步长大小是 5，它的取值只能是 0、5、10 和 15。
stochastic (随机)	包含一个或多个随机变量的模型或系统。
STOIIP	Stock Tank Oil Initially In Place（原始石油地质储量）。STOIIP 是指估计油田储备几百万桶石油 (mmbbls)。
trial (试验)	一个分为三步的过程，Crystal Ball 首先为假设单元格生成随机数字，接下来重新计算电子表格模型，然后在预测图中显示结果。一次 Crystal Ball 模拟由多次试验构成。
variable (变量)	一个数量，可以取一组值中的任何一个，通常由公式引用。
variance (方差)	标准偏差的平方，标准偏差近似于多个观测数值（n 个）与其平均值的偏差平方和的平均值（只是总和除以 n-1 而不是 n，除以 n 将得到真正的平均值）。  方差也可以定义为一组值与平均值的离差或差量的度量。值接近平均值时，方差较小。值围绕平均值广泛分布时，方差较大。
wizard (向导)	引导您完成创建和运行优化模型的各个步骤的功能。该向导会以适当的顺序为您呈现要完成的面板。