

Vensim 使用手册

李 旭

复旦大学管理学院

二〇〇八年十一月

序 言

Vensim 是一个界面友好、操作简单、功能强大的系统仿真平台，可以帮助我们理解《系统动力学》的基本原理和方法，同时也是《系统动力学》学科体系的重要组成部分。

我们从 1988 年起为本科生和研究生开设《系统动力学》课程，并启动关于相关的研究工作。最初使用 DYNAMO 语言作为仿真平台，后来使用 PD-Plus，从 2004 年起开始使用 Vensim 仿真平台。几年来，经过师生的共同努力，已经形成了《系统动力学》课程教学体系和研究体系。

该使用手册是以 Vensim 5.4a PLE 版本为基础，结合教学和科研实践整理而成的。本手册可以帮助初学者快速掌握 Vensim 的使用，在复旦大学管理学院本科教学多次试用，收到了很好的效果。本手册可以配合《系统动力学》课程的教学和实验、为教学服务，也可以供科研工作者参考。虽然手册中的各个步骤都上机做了验证，但仍然会存在错误和不足，希望广大使用者批评指正。同时也欢迎大家就 Vensim DSS 的相关内容一起学习和讨论。

在手册整理过程中，得到了复旦大学管理学院学生的大力协助和配合。复旦大学管理学院管理科学系 2004 级本科生张云丽同学、王迪同学，2005 级本科生胡鉴阳同学和 2005 硕士研究生胡倩等同学对本手册的整理、编辑、充实和完善做了大量的工作。他/她们的聪明才智和辛勤的工作，使得广大使用者可以通过该手册方便地学习和使用 Vensim。在此对参加本手册整理、编辑、充实和完善的同学们表示诚挚的谢意。

李旭

复旦大学管理学院

2008 年 11 月

目 录

第 1 章 Vensim 简介	1
1.1 前言	1
1.2 Vensim 安装	1
第 2 章 Vensim 用户界面	2
2.1 主要特征	2
2.2 标题栏	2
2.3 菜单	3
2.4 工具栏	3
2.5 Vensim 窗口类型	4
2.6 在不同类型窗口之间移动	5
2.7 在同一类型中的窗口间移动	5
2.8 状态栏	5
2.9 Vensim 绘图工具	6
2.10 模拟工具	7
2.11 分析工具	7
2.12 分析输出工具	9
2.13 控制面板	11
2.14 下标控制	11
第 3 章 应用举例	13
3.1 用 Vensim 建模步骤	13
3.2 劳动力库存问题建模实例	13
第 4 章 因果关系图	17
4.1 Vensim 模型	17
4.2 绘制因果关系图	17
4.3 编辑因果关系图	18
第 5 章 流图	21
5.1 绘制流图	21
5.2 变量外观	23
5.3 边框 (Containing Boxes)	24
第 6 章 创建模型	25
6.1 Vensim 规则	25
6.2 兔子繁殖模型	25
第 7 章 函数	32
7.1 概述	32
7.2 Vensim 函数库	32
7.3 Vensim 表函数	41
第 8 章 多重视图	44
8.1 多重视图的建立	44

8.2 多重视图的连接.....	44
第 9 章 自定义输出	46
9.1 标记图像曲线(Graph Lines)	46
9.2 自定义图像.....	48
9.3 自定义表格.....	50

第 1 章 Vensim 简介

1.1 前言

Vensim 是一个可视化的建模工具，用户可以通过 Vensim 定义一个动态系统，将之存档，同时建立模型、进行仿真、分析以及最优化。而且使用 Vensim 建模非常简单灵活，用户可以通过因果关系图和流图两种方式创建仿真模型。

在 Vensim 中，系统变量之间通过用箭头连接而建立关系，而且是一种因果关系。变量之间的因果关系由方程编辑器进一步精确描述，从而形成一个完整的仿真模型。用户可以在创建模型的整个过程中分析或考察引起某个变量的变化的原因以及该变量本身如何影响模型，还可以研究包含此变量的回路的行为特性。当用户创建了一个可以仿真的模型，Vensim 可以让用户彻底地探究这个模型的行为。

1.2 Vensim 安装

Vensim 有几种版本，例如，Vensim DSS、Vensim Professional、Vensim PLE-Plus 和 Vensim PLE（下文称 Venple）等。Vensim 的所有版本对系统要求都不是很高，只要是 Windows 操作系统或者是 Macintosh 操作系统都可以正常运行。

安装 Vensim 时需要 Vensim 的安装程序和一个序列号，不同的版本对应不同的序列号。在安装时，所有的 Vensim 安装程序都所安装选项，但是用户可以安装的只是所拥有的序列号对应的权限所包括的选项。

由于 Venple 版本多用于教学，因此在安装的时候，选择“for academical use only”，则无需输入序列号。正是因为 Venple 版本的这个特点，所以在功能上要比 Vensim Professional 和 Vensim DSS 版本弱，即 Vensim Professional 和 Vensim DSS 版本的有些功能在 Venple 版本中没有。例如，Venple 版本就不支持敏感性测试，优化和博弈等功能。

关于 Vensim 的详细介绍和相关信息可以参考 <http://www.vensim.com> 和 <http://www.vensim.com.cn> 等相关网站。

第 2 章 Vensim 用户界面

2.1 主要特征

Vensim 的用户界面中包括一个工作区以及其它一系列工具。Vensim 的主窗口是这个工作区，包括标题栏、菜单、工具栏以及分析工具。当一个模型打开时，绘图工具和状态栏也会出现，如图 2-1 所示。

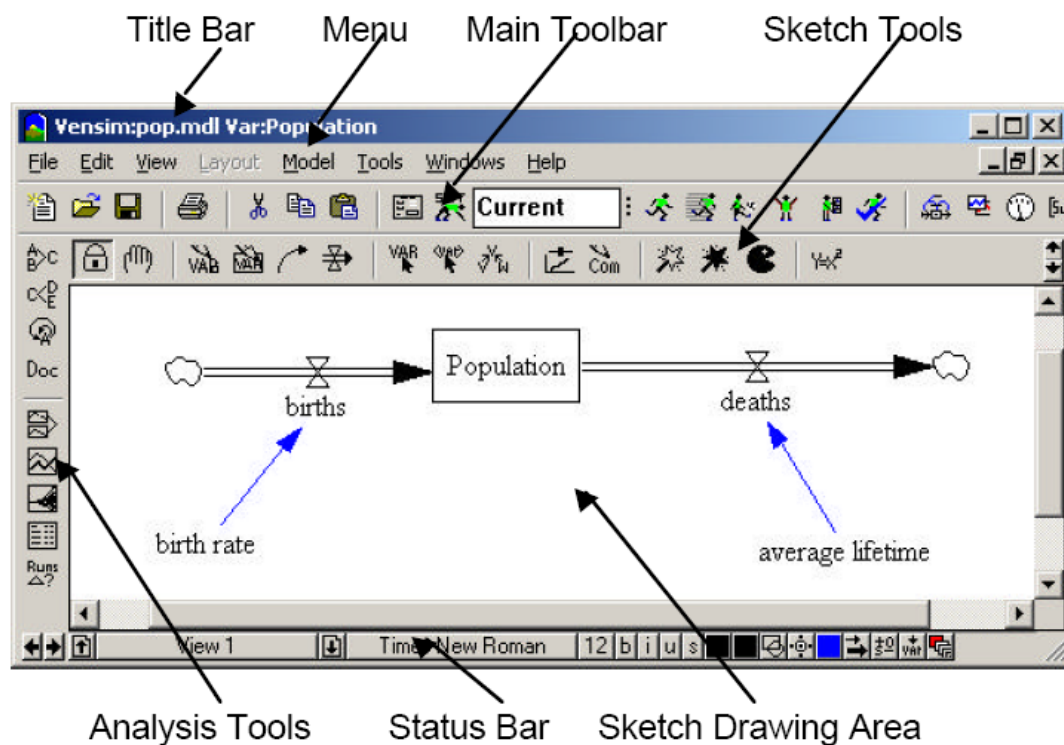


图 2-1

2.2 标题栏

标题栏显示了当前打开的模型以及工作区变量。



图 2-2

工作区变量是指用户选中的并且想要了解更多信息的模型变量，例如变量的函数式或者是动态变化。通过点击一个变量或者使用控制面板中的变量选择控制选择工作区变量。

2.3 菜单

Vensim 中的很多操作可以通过菜单来完成。

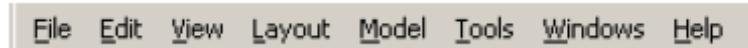


图 2-3

File（文件）：包括打开模型、保存、打印等功能。

Edit（编辑）：允许用户对模型中选中的部分进行复制粘贴，用户还可以查找模型中的某一个变量。

View（视图）：视图菜单中可以建立新视图，以及对多重视图排序，这一点会在第八章多重视图中详细论述。视图菜单另一个功能就是对当前视图进行各项操作，比如放大缩小，字体，颜色等。视图菜单的第一项“**As text**”还可以切换到模型的文本视图，在其中会列出模型中所有的变量和方程。

Layout（版面）：允许用户对流图中元素的大小和位置进行调整。

Model（模型）：可以打开模拟控制以及 **Time Bounds** 对话框，还可以进行模型检验以及数据的导入和导出。

Tools（工具）：设置 Vensim 的全局选项，允许用户使用分析工具和绘图工具同时设置全局选项。

Windows（窗口）：允许用户在不同的打开窗口之间进行切换。

Help（帮助）：通过帮助菜单，用户可以获取在线帮助，也可以访问 Vensim 用户手册。

菜单对背景很敏感并且命令是针对正在活动的窗口的。最常用的菜单命令还有快捷键并且可以通过下面将要介绍的工具栏来操作。

2.4 工具栏

工具栏提供了一些比较常用的菜单项以及一些模拟特征的按钮。下面第一部分的按钮是用来访问文件菜单和编辑菜单中的一些项目。

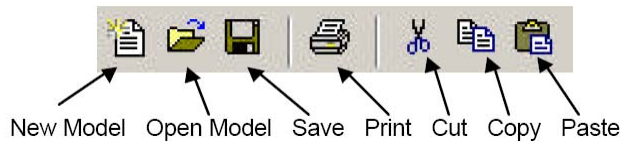


图 2-4

接下来的几个按钮和 Runname 编辑框被用来进行模型仿真。

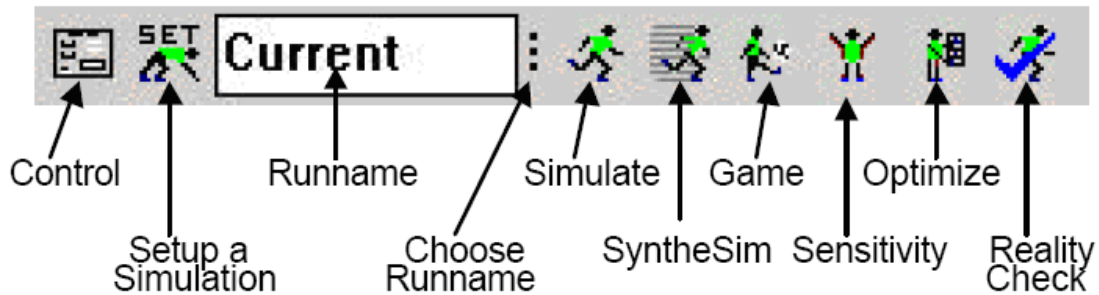


图 2-5

最后的几个按钮访问窗口类型。点击一个按钮显示该类型的窗口或者在该类型的窗口间循环。

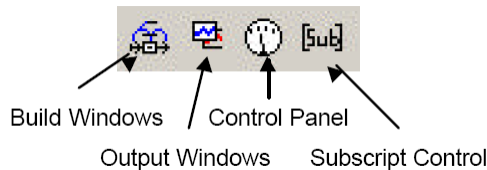


图 2-6

不同的 Vensim 版本，比如 Vensim DSS 和 Venple 对应的工具栏是不同的，与上文提到的安装选项的权限有关。

2.5 Vensim 窗口类型

Vensim 包括几种类型的窗口：创建窗口、输出窗口和控制窗口。三种窗口分别执行不同的功能。

创建窗口：创建窗口用来在 Vensim 中创建模型。用来构建新的模型，或者是修改、操作和模拟现有的模型。创建窗口包括用于绘制模型流图和写方程的绘图工具，以及用于修改流图的状态栏。

输出窗口：用 Vensim 分析工具创建的窗口，包括图表和列表等。输出窗口由点击分析工具产生。分析工具从模型中收集信息，并且将这些信息在一个窗口中以图表、图像或文本形式显示出来。很多这样的窗口可以同时打开，并且一个

特定的窗口可以单独关闭，或者使用菜单项 Windows>Close All Output 所有窗口可以同时关闭。

控制窗口：包括控制面板和下标控制窗口。控制面板用来控制 Vensim 的内部设置；下标控制窗口则是用于在 Vensim Professional 和 Vensim DSS 中定义和选择下标变量。

2.6 在不同类型窗口之间移动

当一个窗口被选中或创建时，该窗口移动到最上层并且成为活动窗口，而其它所有的窗口这时都是不活动的。用户只能在活动窗口进行操作。用户可以通过四个不同的方法在窗口类型之间移动：

- (1) 点击工具栏中适当的窗口按钮；
- (2) 按 Ctrl+Shift+Tab 在不同类型的窗口之间切换；
- (3) 从 Windows 菜单，选择 Pop Build Forward、Pop Output Forward、Control Panel 或者 Subscript Control；
- (4) 用鼠标点击适当的窗口。

2.7 在同一类型中的窗口间移动

可能存在多个输出窗口打开的情况，并且在 Vensim 更高级的安装配置选项中，多个创建窗口同时打开。这时用户可以选择只在同一类型的打开窗口间移动，方法如下：

- (1) 点击窗口类型按钮；
- (2) 按 Ctrl+Tab 键；
- (3) 从 Windows 菜单，为输出窗口选择 Output Window List，或者点击 Windows 菜单最底端的要求的创建窗口；
- (4) 用鼠标点击适当的窗口。

2.8 状态栏

状态栏显示流图以及流图对象的状态。状态栏包含一系列修改被选对象状态的按钮。



图 2-7

流图的很多属性可以通过状态栏来控制，包括被选变量的属性（类型、大小、粗体、斜体、下划线等）以及变量颜色、表框颜色、文本位置、箭头颜色宽度极性等。

当使用文本编辑器时，状态栏转变为反映文本编辑的操作。

2.9 Vensim 绘图工具

绘图工具聚集在一个绘图工具条中。如图 2-7 所示。

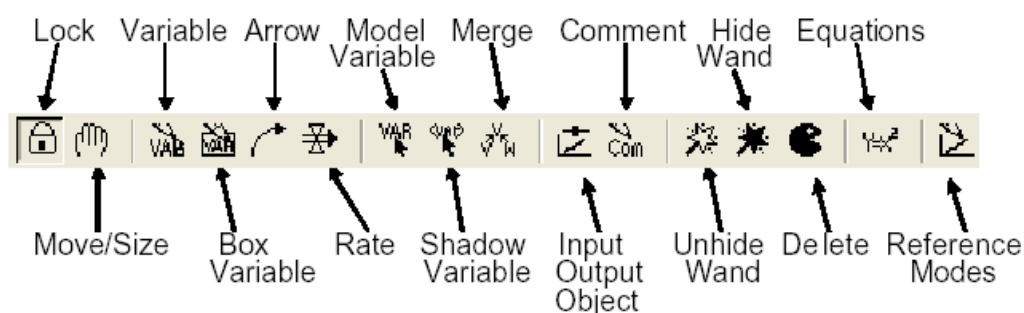


图 2-8

Lock（锁定）：流图被锁定。可以选定流图对象以及变量，但不能移动流图对象；

Move/Size：对流图对象进行选择、移动以及大小调整；

Variable：创建常量、辅助变量以及数据；

Box Variable：创建水平变量；

Arrow：创建连接箭头；

Rate：创建速率变量；

Shadow Variable：对现有模型添加影子变量；

Merge：将两个变量合并成一个变量，将水平变量并入现有的集合，将箭头并入一个变量；

Input Output Object：往流图中添加输入滑动条，以及输出图像和表格；

Sketch Comment：往流图中添加注释和图片；

Unhide Wand：在一个流图视图中显示变量；

Hide Wand：在一个流图视图中隐藏变量；

Delete：删除结构、模型中的变量和流图的注释；

Equations: 创建和编辑模型方程;

Reference Modes: 用来绘制编辑参考模型。

要创建一个模型, 首先通过鼠标点击选择一个绘图工具。用户还可以通过按常用键区的一个字母选择一个绘图工具 (非数字键)。1 表示第一个工具, 2 表示第二个等等 (0 是第十个, Q 是第十一个, W 是第十二个等等)。注意这些只有在创建窗口活动时才可用。

在绘图时, 移动鼠标并单击获取工具 (对于 **Arrows** 和 **Rates**, 首先单击, 然后移动鼠标再次单击)。

注意: 在用户选择另一个绘图工具之前, 所选的绘图工具一直持续活动状态。

2.10 模拟工具

除了创建模型之外, 用户可以使用创建窗口进行模拟任务。

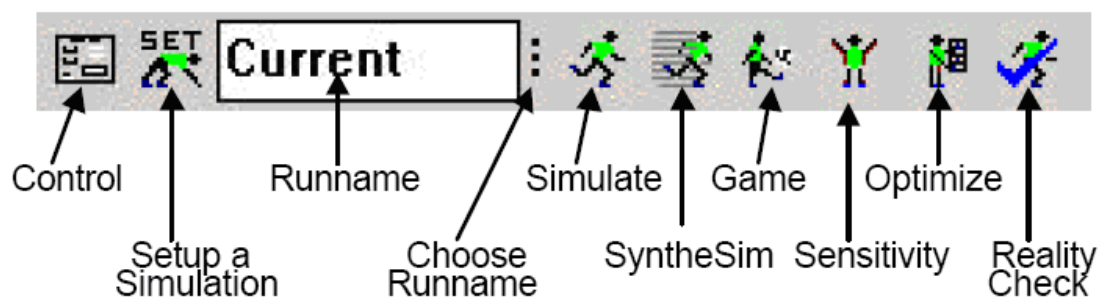



图 2-9

通过点击 ，用户可以对所建立的模型进行模拟。其中后一个按钮是模拟合成模式，在模拟合成模式中，每一个常量都会有一个滑动条，用户可以通过滑动条调节该变量的值，即时进行政策试验。

2.11 分析工具

分析工具用来显示模型变量的信息。其输出可以以图片格式保存。分析工具组成工具包。Vensim 提供几个不同的分析工具包，通过菜单 **Tools>Analysis Toolset>Open** 打开。

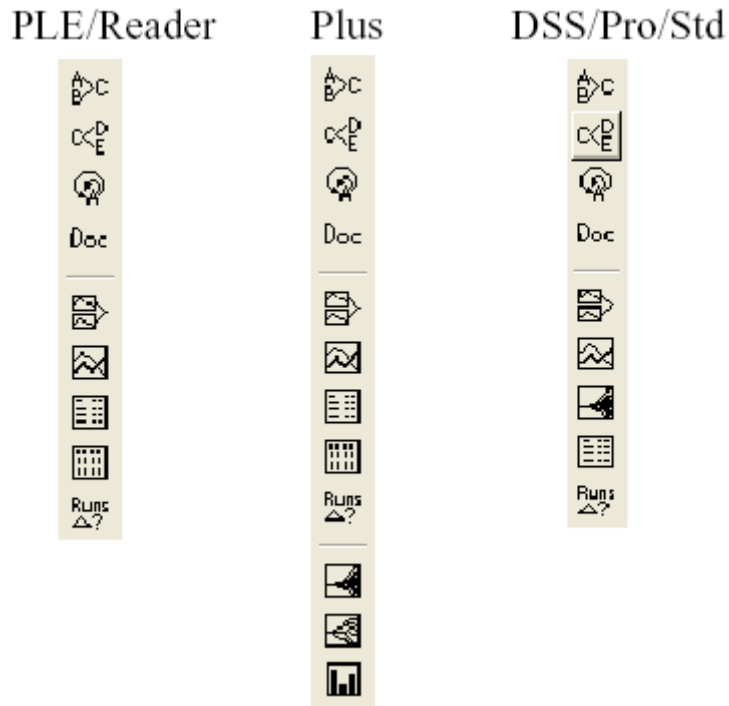



图 2-10

分析工具可分为两类：

i) 结构分析工具：


 **Causes Tree:** 创建包括影响所选中变量的所有变量的树型结构图


 **Uses Tree:** 创建从选中变量到它影响的所有变量的树型结构图


 **Loops:** 列出穿过所选中变量的所有反馈回路的清单

 **Document:** 回顾方程、定义、量纲、以及工作区变量的取值

ii) 数据分析工具：

 **Causes Strip Graph:** 展示一个简单的线状图，用户可以探寻变量之间的因果关系。

 **Graph:** 展示一个比 Strip Graph 大的图表。

 **Sensitivity Graph:** 创建对变量作敏感性测试时对应的图表，其中包括

它由于敏感性检验所产生的不确定性的范围。



Bar Graph: 在一个特定时间创建一个变量的柱形图，或者显示一个变量在所有时刻或者是敏感性模拟的一个时刻的柱状图。



Table: 生成变量在时间轴上对应值的表格。



Table Running Down: 时间停止时的表格。



Run Compare: 比较第一组数据和第二组数据中的所有表函数和约束。



Statistics: 提供数据以及它的起因和使用的摘要。

iii) 其他工具



Units Check: 提供另一种方法来执行量纲一致性测试。



Equation Editor: 提供另一种方法来访问工作区变量的方程。



Venapp Editor: 支持 Venapps 的图像编辑。



Text Editor: 一个通常意义的文本编辑器。

2.12 分析输出工具

点击任何一个分析工具都会生成一个标准格式的输出新窗口，除 **Table** 和 **Document** 工具还会给现有的 **Table** 和 **Document** 输出窗口添加信息。一个工具的输出在用户移除它之前会一直在屏幕上，并且它不会随着模型的变化而改变。

分析工具输出举例如图 2-11。所有输出窗口通用的按钮的表述将在下面给出。

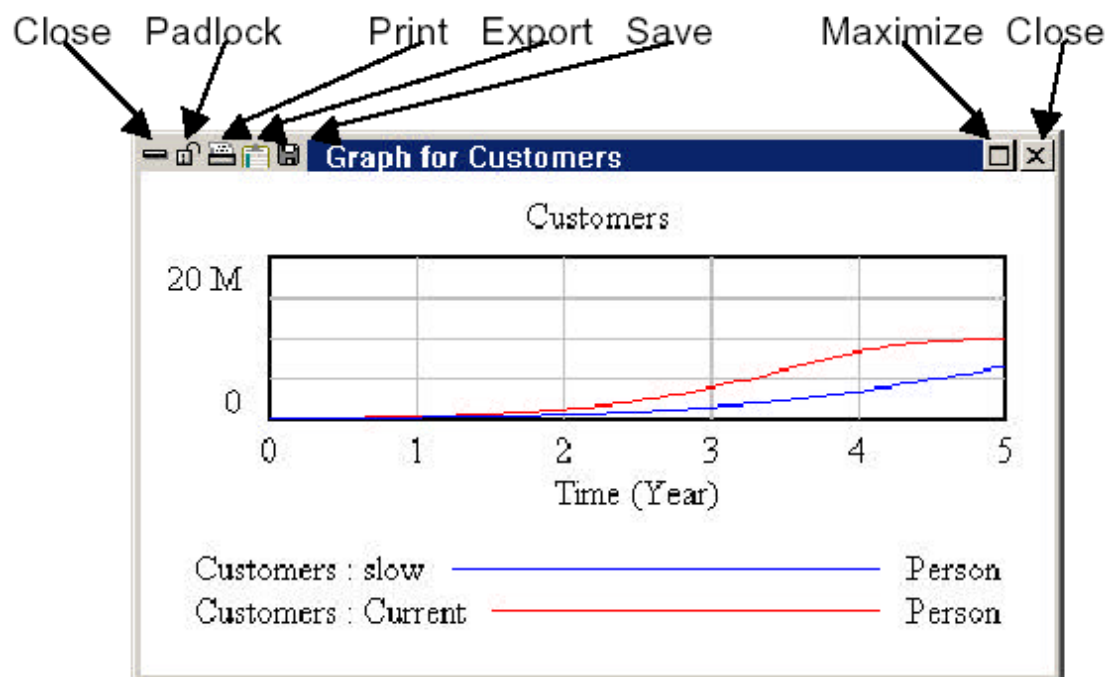


图 2-11

如果用户改变一个模型或者制造一组新的数据，可以通过按 Close 按钮或者是 Del 键轻易的删除旧的输出。

用户可以通过选择菜单项 Windows>Close All Output 删除所有的输出窗口。

用户可以通过按 Padlock 按钮锁定该窗口防止输出窗口被关闭。再次点击 Padlock 按钮给窗口解锁。

当输出窗口活动时，用户可以通过按 Save 或者 Export 按钮保存输出窗口的内容。

如果用户移出了一个输出窗口，可以轻易地通过调用该工具重新生成。

分析工具输出易建易消。分析工具不会创造信息，只是将现有的信息以一个更加有用和容易理解的形式输出。

2.13 控制面板

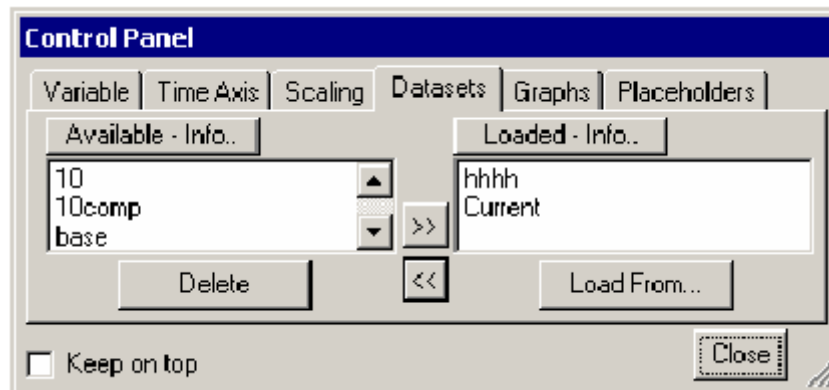



图 2-12

控制面板允许用户修改和控制 Vensim 操作的内部设置，例如哪个工作区变量被选定或者什么数据被导入。打开控制面板可以通过在工具栏上点击或者在菜单选项中选择：**Windows>Control Panel**。控制面板将控制用六个标签分组。通过点击窗口上端的适当按钮选择一个特定的控制。

Variable: 允许用户选取变量并将其作为工作区变量。

Time Axis: 允许用户改变或关注分析工具运行的时段

Scaling: 可以更改输出图像的范围。

Datasets: 允许用户对储存的数据组（仿真曲线）进行操纵。

Graphs: 自定义图像。

Placeholders: 设置 Placeholder 值的控制，在 Venple 中用不着。

2.14 下标控制

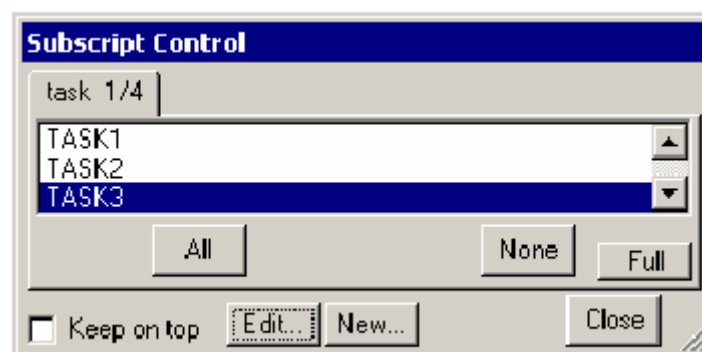


图 2-13

下标控制在 Vensim Professional 和 DSS 中使用，用来创建、编辑和选择同类变量集合中某一个或某一些元素以关注分析工具的操作。例如，一项总任务分成若干个分任务，那么这些分任务就可以设为下标变量，那么使用下标控制可以使得只选择一个任务（TASK3）将显示仅仅这一个任务（TASK3）的信息。下标的选中或不选择通过点击它们完成，或者点击按钮 All 或者 None。

通过点击工具栏中的下标控制按钮  打开下标控制。用户可以通过点击 New...按钮定义新的下标范围，点击 Edit...按钮标记现有的下标范围。

第3章 应用举例

3.1 用 Vensim 建模步骤

用 Vensim 建立和分析模型的典型步骤如下：

- ✧ 构建一个模型或者打开一个现有的模型。
- ✧ 用结构分析工具（树型图）检查模型结构。
- ✧ 模型仿真，通过调节模型参数取值，看模型对参数取值变动如何反应。
- ✧ 使用数据分析工具（图形和图表）更详细的检查模型的行为特征。
- ✧ 执行控制的模拟实验并精简模型。
- ✧ 使用模拟合成模式下的输出结果、分析工具输出，自定义图形和图表向客户/观众展示模型和它的行为表现。


3.2 劳动力库存问题建模实例

1) 启动 Vensim

开始菜单>程序>Vensim>Vensim XXX（XXX 表示 Vensim 的版本）或者点击 Vensim 的图标。

Vensim 通常伴着一个新的模型打开或者是用户最后操作的模型。

2) 打开模型

选择菜单项 File>Open Model...，或者点击工具栏上的打开模型按钮 。

打开模型 wfinv.mdl（默认下它的完整路径是 c:\Program Files\ Vensim\models\ guide\ chap03）。

Vensim 将会载入劳动力/库存模型，如图 3-1 所示。

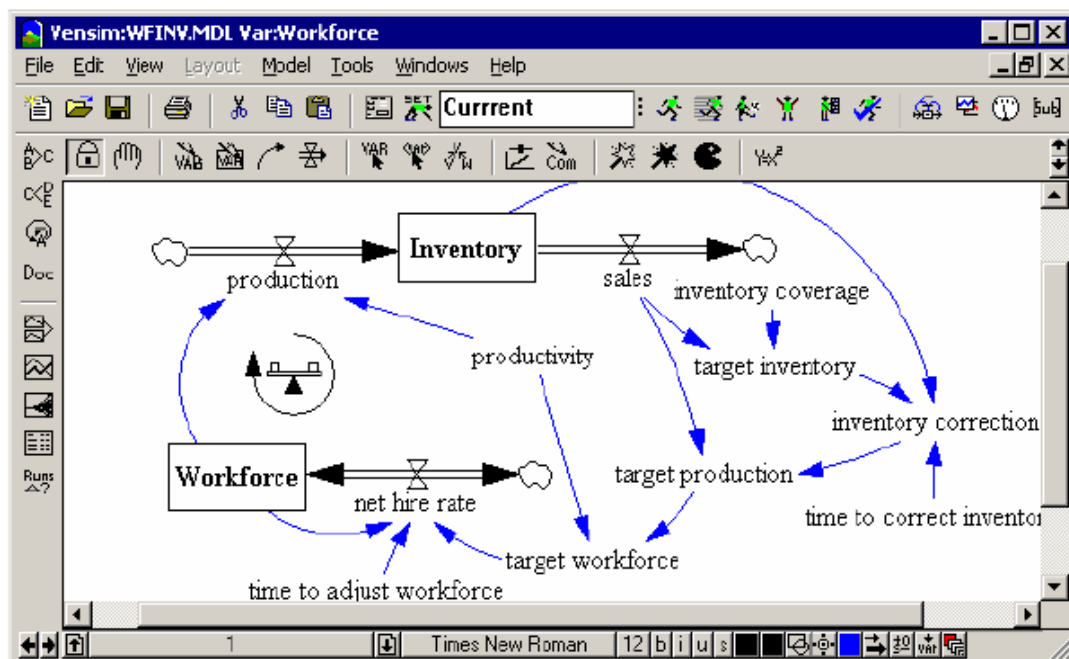


图 3-1

这个模型描述了一个持有库存的制造工厂的动态行为。标题栏显示载入的模型（wfinv.mdl）和工作区变量（workforce）。工作区变量是模型中任一个用户当前有兴趣关注的变量。我们可以随时通过点击其他变量改变关注的对象。

绘图工具 Lock 应该是默认选定的。将光标移到图形中 Inventory 上并点击。

工作区变量从 Workforce 变为 Inventory。

3) 检查结构

劳动力/库存模型相对简单。在这种直观中表示中，箭头表示因果：箭头尾部的变量是因，引起箭头头部变量（果）的变化。例如图 3-2 中，production 由 workforce 和 productivity 引起。

我们可以用结构分析工具研究这个模型的结构。结构分析工具只会告诉用户模型的结构和相关的信息，而无法从中得知模型的动态行为。只有进行模型仿真才会得到模型的动态行为。

点击上端的分析工具，Causes Tree Diagram ，会打开一个输出窗口：

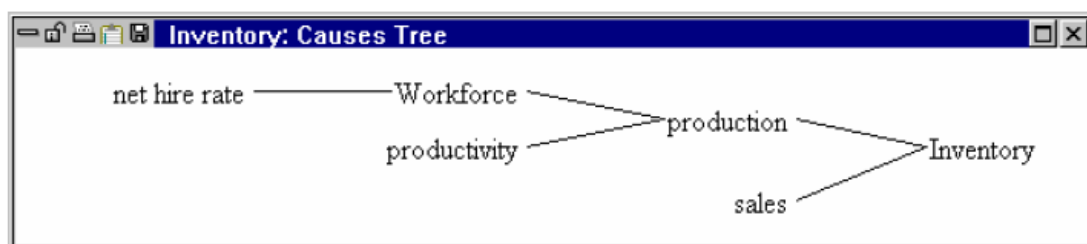




图 2-2

工作区变量，Inventory 在右边，所有引起 Inventory 变化的变量在左边。

点击左上角的 Close 按钮 ，或者点击右上角的 Close 按钮 ，或者按 Del 键，关闭树形图。

点击 Uses Tree Diagram 分析工具 ，打开另一个输出窗口：

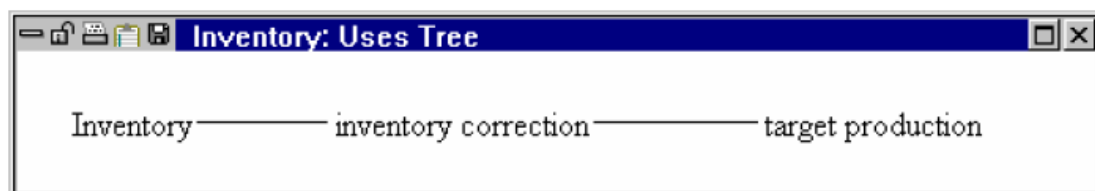


图 3-3

工作区变量在左边，模型中由它引起的变量在右边。注意，树形图只是以一个不同的形式简单地反映了模型中的信息。我们可以通过检查工作区中的因果关系图或流图观察所有变量之间的因果联系，但是每个树形图由于只反映了部份模型的结果部分，比较易于理解。

点击 Close 按钮或者按 Del 键关闭树形图。

将光标指向图形中的变量 net hire rate，然后点击选为工作区变量。

点击 Loops 分析工具 .

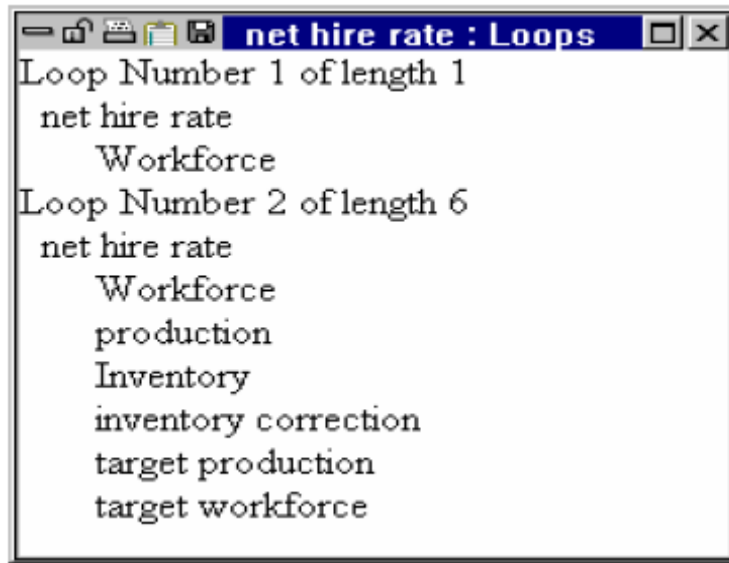



图 3-4

如图 3-4 所示, 另一个输出窗口打开, 其中显示了所有经过该工作区变量(net hire rate) 的反馈回路中的所有变量。

点击 Document 分析工具 

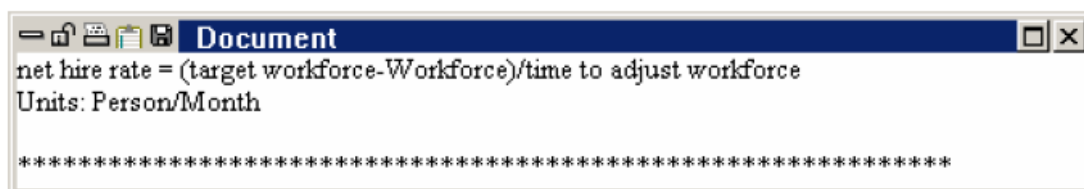


图 3-5

一个输出窗口打开并且显示工作区变量 (net hire rate) 的方程和单位。

选择菜单项 Windows>Close All Output。

这将会关闭创建的所有输出窗口。

第 4 章 因果关系图

4.1 Vensim 模型

这一章讲述因果关系图。之所以叫因果关系图是因为图中的每一个箭头（联系）代表的都是一个因果关系。一个从 A 到 B 的箭头表示 A 引起 B。因果关系图对于理解和交流模型结构有很大帮助。很多人发现因果关系图即使不形成最终的仿真模型也一样非常有用，但另一些人认为仅建立因果关系图没有什么用处。

必须要注意因果关系图和流图远不是仿真模型。仿真模型中出现的所有变量都是赋有数学关系式的。

4.2 绘制因果关系图

1) 首先打开 Vensim，Vensim 打开的时候通常会显示用户最后一次使用时操作的模型。

从菜单栏选择文件>新建或者单击工具栏的新建按钮，出现如下对话框：

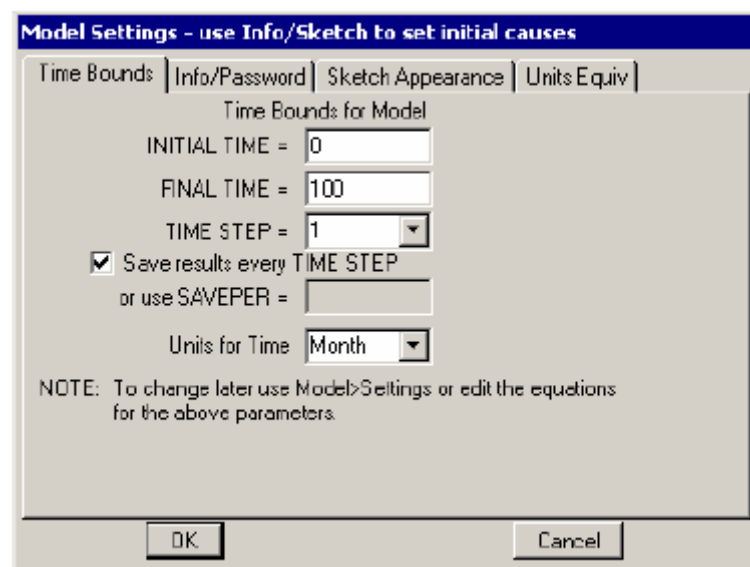








图 4-1

点击确定。

2) 点击 Variable  添加模型变量；通过点击 Move/Size  对图形对象进行位置或大小的调整，还可以通过点击 Variable  对变量进行拖动；通过点击 Arrows  将有因果关系的变量相互连接起来；点击 Variable ，然后单击已有变量可以对变量名进行编辑。

删除变量：选中要删除的变量，编辑>删除或者按 Delete 键，也可以使用删除按钮 。

菜单编辑还有撤销和恢复操作的功能。

按 Save 对文件进行保存。用户可以使用适当的键对图形的结构和版面进行修改和设计。

4.3 编辑因果关系图

1) 变量

右击一个变量，可以给该变量添加边框，并对变量名的字体进行编辑。

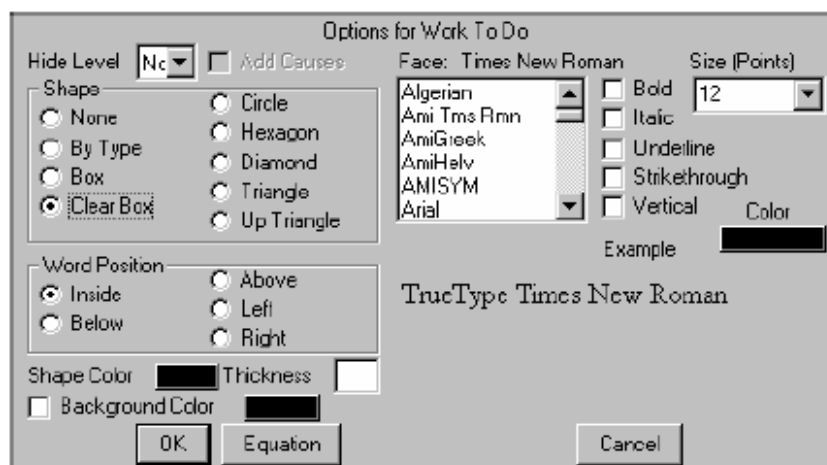


图 4-2

2) 箭头

右击一个箭头，可以对该箭头的线型和极性进行编辑。

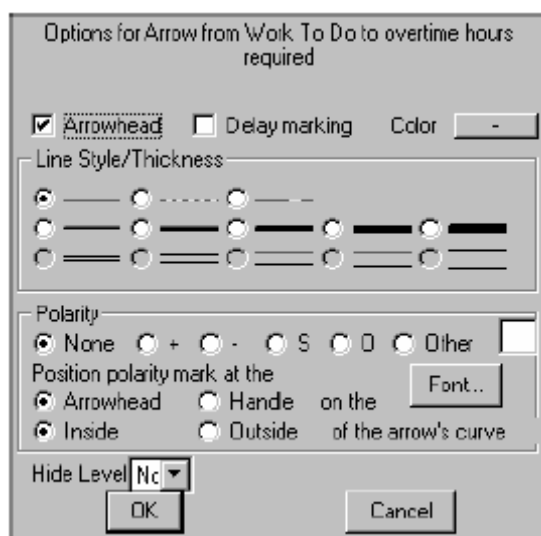



图 4-3

选中想要编辑的箭头, 可以通过状态栏中的  和 color 按钮对箭头线的宽度和颜色进行编辑。

在对话框中点击 Delay Making, 可将箭头变为



3) 添加注释和图表

添加注释: 选择 Sketch Comment , 在需要添加文字的地方单击鼠标, 将会出现如下对话框:

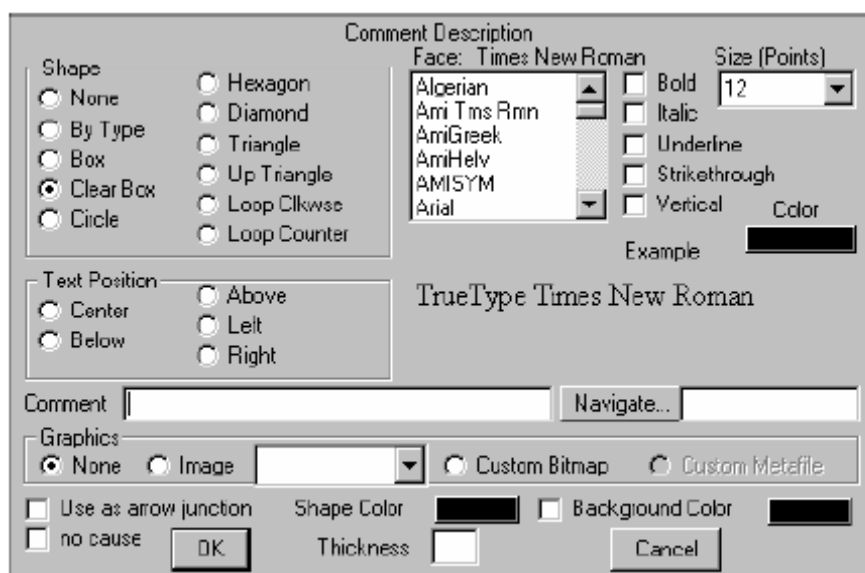


图 4-4

在对话框中的 Comment 栏中输入注释。

添加回路方向与正负标记：仍然选择 Sketch Comment，在图中的左回路中单击鼠标，Graphics 处选择 Image，在下拉框里选择+（表示正反馈回路），在 Shape 里选择 Loop Clkwse（表示顺时针方向回路）。

4) 编辑箭头和图形的颜色

在右回路中单击鼠标，Graphics 处选择 Image，在下拉框里选择—，在 Shape 里选择 Loop Counter（表示逆时针方向回路）。图形将呈现图 4-5 和 4-6 所示：

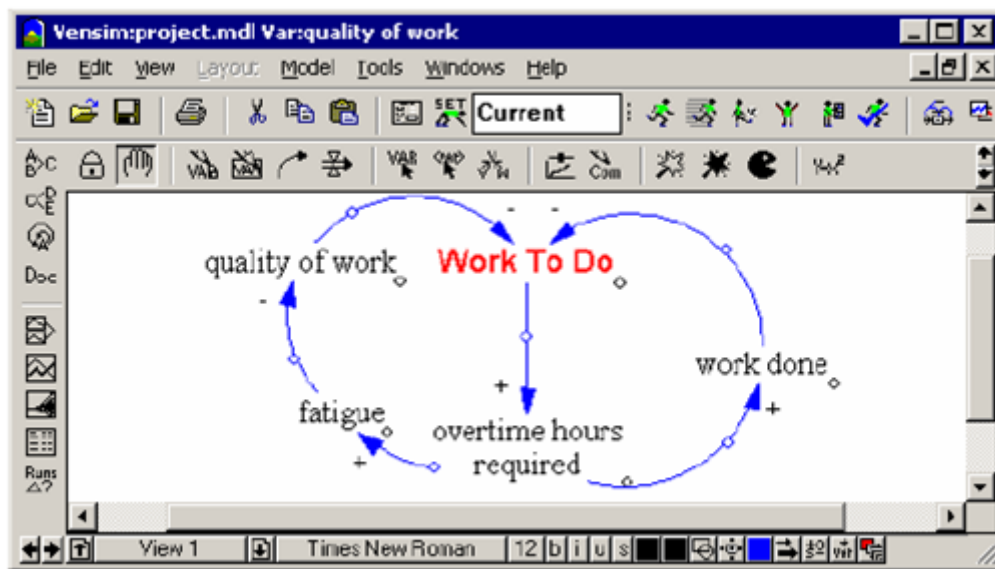


图 4-5

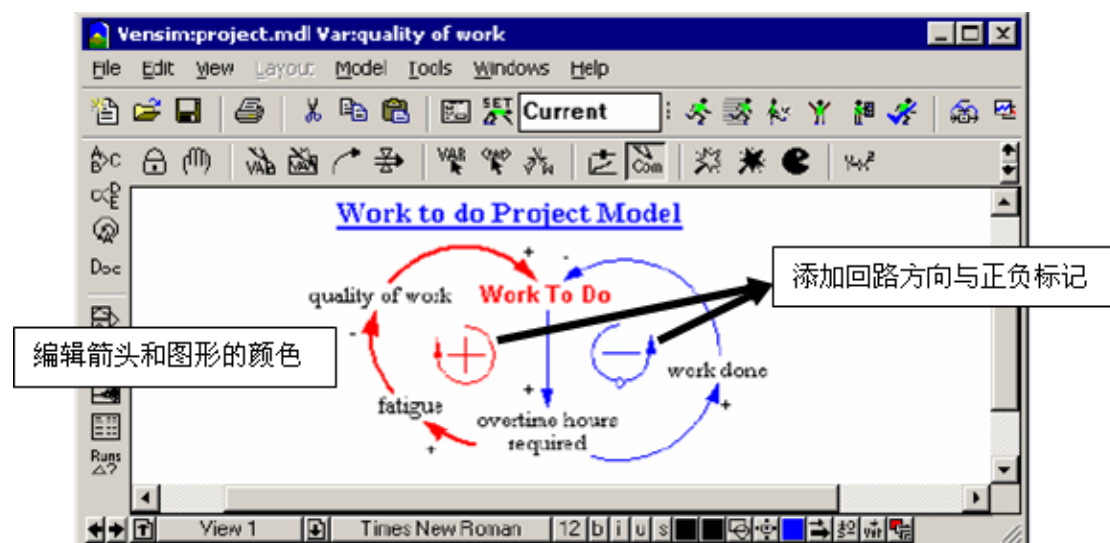



图 4-6

因果关系图画好之后可以运用分析工具对其进行分析。

第 5 章 流图

5.1 绘制流图

1) 添加水平变量：选择 Box Variable ，单击鼠标，写入变量名。

2) 创建速率变量：选择 Rate ，在一个水平变量上单击鼠标，拖动箭头到另一水平变量，再单击鼠标，写入变量名。

速率变量通常有一个单向箭头，显示原料的流动方向。这个仅仅是图形，并不决定模型仿真中原料流动的实际方向。在模型中，方程唯一决定原料的流动方向。但是用户可以通过图形来清楚地显示原料的流动是单向还是双向。

设置双向箭头的方法：

a) 选择 Move/Size。可以看到箭头的双线中有两个小圆圈。

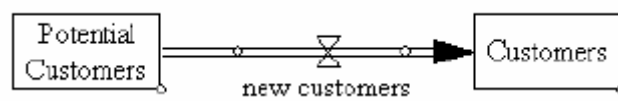



图 5-1

b) 右击  左侧的小圆，出现如下对话框，勾上 Arrowhead，将会得到双向的箭头。

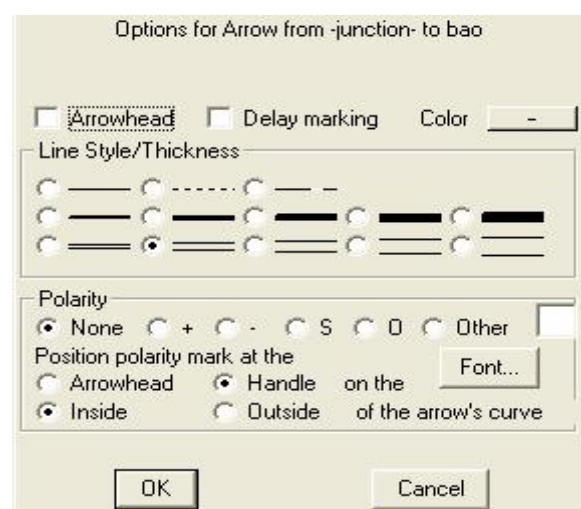


图 5-2

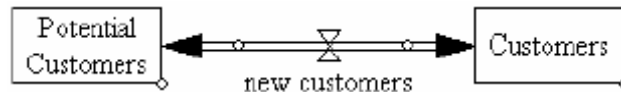


图 5-3

弯曲速率变量连接线：按着 shift 键，在需要转弯处单击鼠标，最后释放 shift 键，得图 5-4：

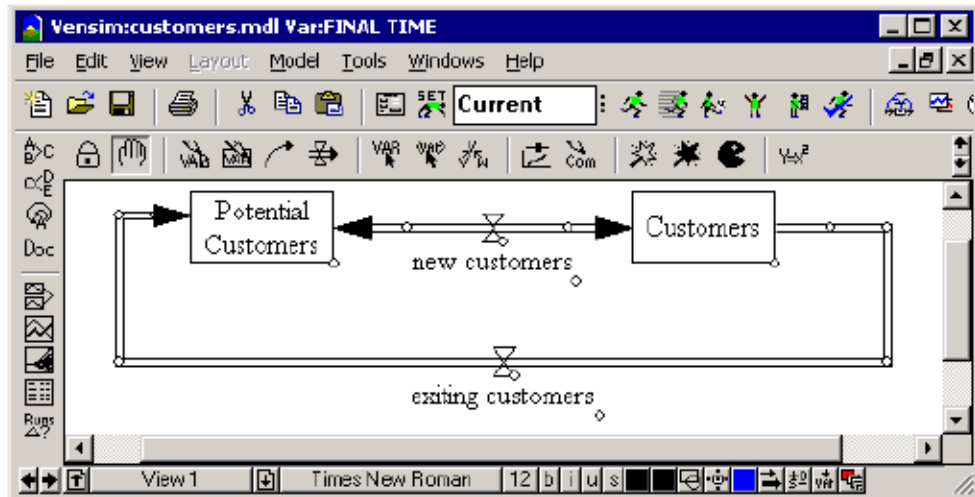


图 5-4

当两个变量距离较远时，有时需要自定义长连线，使流图更加清晰明确。如图 5-5 所示。

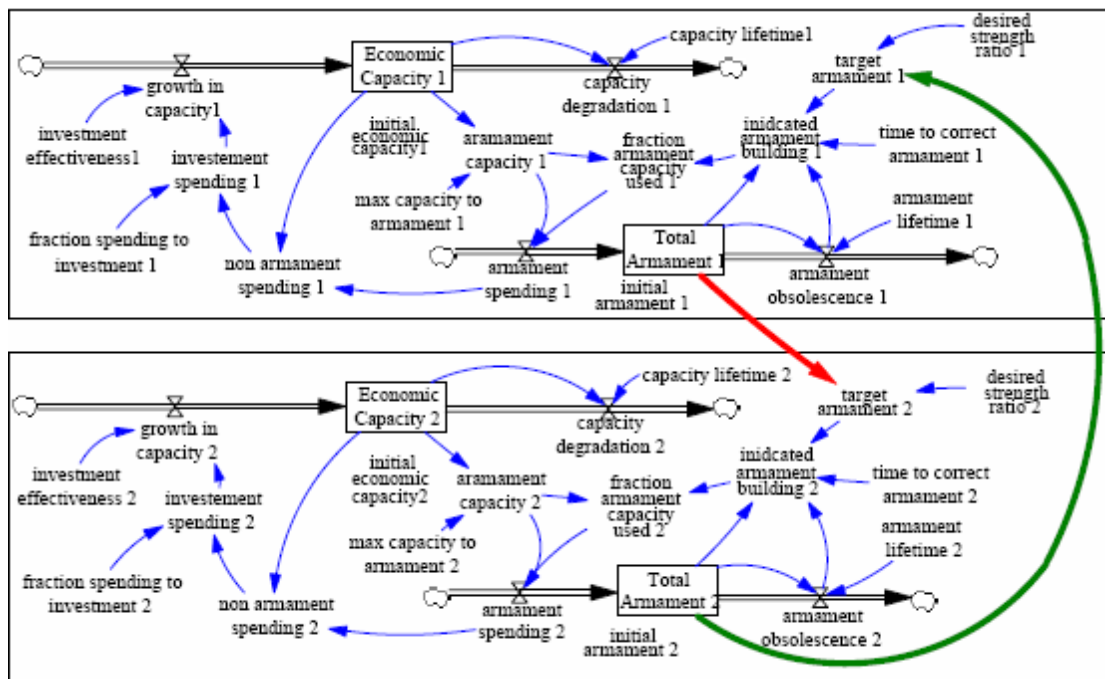


图 5-5



使用方法：

点击 Comment 按钮——空白处左击鼠标——background color 选蓝色——点选 Use as arrow junction：这样制作了一个连接方框 junction box。

把连接方框缩小，复制一个。

点击 Arrow 按钮，分别连接连接方框和一个变量，并连接两个连接方框，在起始的两条连线上右击鼠标，去掉 Arrowhead 箭头选项。

把两个连接方框缩至最小，至看不见为止。

3) 添加辅助变量：选择 Variable ，在需要添加变量的地方单击鼠标，写变量名。选择 Arrow ，为变量之间添加连接线。

5.2 变量外观

图形可以用多种方式来表示，但是 Vensim 标准形式为：矩形为水平变量，变量名写在矩形框内；速率变量用明确命名的速率管道表示；常量、辅助变量等仅显示简单的变量名，通常我们会在辅助变量上加上一个圆环。

自定义变量外观：像因果关系图一样，用户也可以使用相应的键对流图的版面和对象的大小进行调整。

自定义方法：

通过右击一个变量，将出现如下对话框，以此可以改变变量的外观。

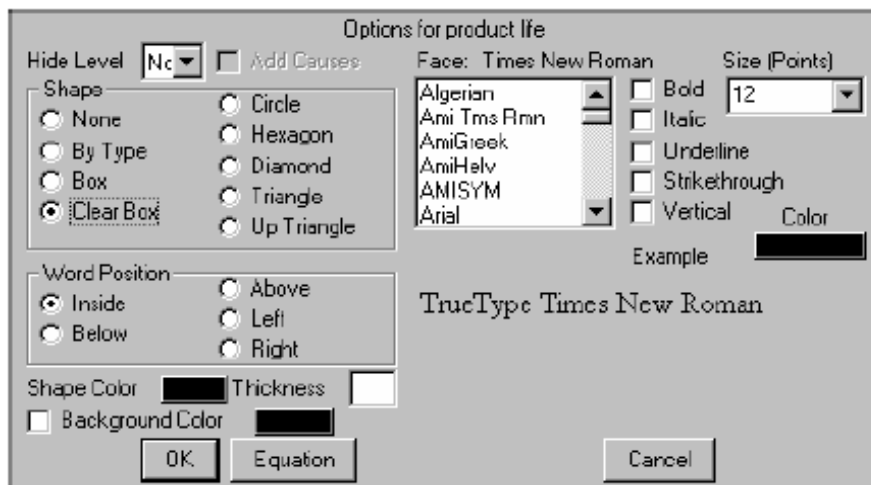



图 5-6

还可以选择 Lock 或 Move/size，然后应用状态栏 Surround shape 按钮，

对变量外观进行修改。

5.3 边框（Containing Boxes）

添加边框可在视图上将流图分块，并且不影响变量间的逻辑关系。使用方法：点击 Comment 按钮—空白处左击鼠标—Shape> Box, Thickness 厚度选 2。调整方框大小，至包含所有变量，箭头等。

点击 Lock 按钮，点选边框，点击状态栏上的 Push the highlighted words to the background 按钮，此外还可以改变颜色等。如图 5-7。

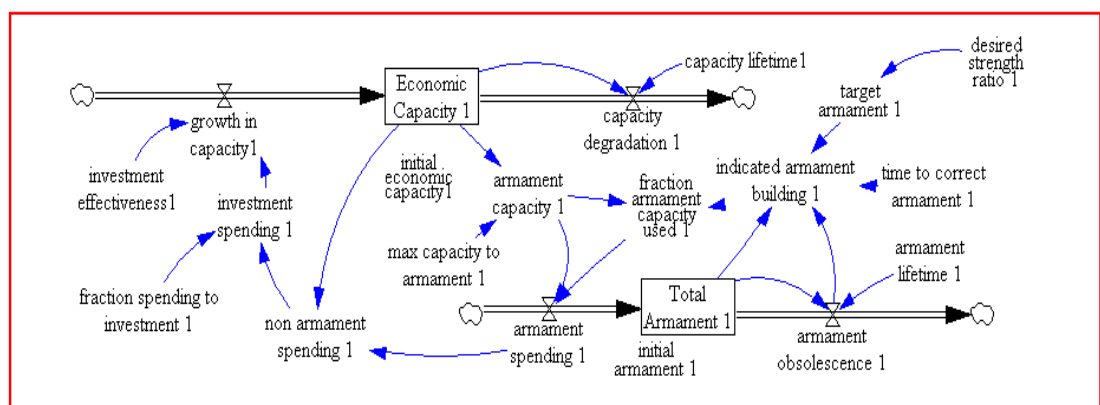


图 5-7

第 6 章 创建模型

6.1 Vensim 规则

1. 命名:

水平变量: 变量名中每个单词的首字母大写。

速率变量、辅助变量、常量等全部小写。

2. 绘图

水平变量用 Box Variable 创建, 使用 Box Variable 工具创建的工具默认为水平变量。

速率变量使用 Rate 创建, 在创建水平变量时, 按 Esc 键, 可以不对该变量命名。用户可以定义速率变量的箭头是单向还是双向。

常量、辅助变量通常使用 Variable 工具添加。

变量的外观可以由用户自己定义, 不同类型的变量是用不同的外形虽然可以显示更多信息, 但是会造成视觉混乱, 因此建议水平变量是用矩形外形, 而其他则只用简单的变量名。

尽管变量类型可以在方程编辑器里修改, 但是为了避免混乱, 尽量使用特定的工具进行创建。

6.2 兔子繁殖模型

1. 画流程图

创建一个新模型。

对模型设置进行编辑: FINAL TIME: 30, TIME STEP: 0.125, Units for Time: Year, 点击确定。

选择 Box Variable, 创建水平变量: Population——选择 Rate, 在 Population 左侧单击鼠标, 拖动箭头到 Population 再单击鼠标, 创建速率变量 births, 然后再在 Population 单击鼠标, 在 Population 右侧一点单击鼠标, 创建速率变量 deaths——选择 Variable 创建常量 birth rate 和 average lifetime——选择 Arrow, 连接 birth rate 到 births, 以及 average lifetime 到 deaths;

分别连接 Population 到左侧的 births 和右侧的 deaths。

保存模型。该模型流程图如图 6-1 所示。

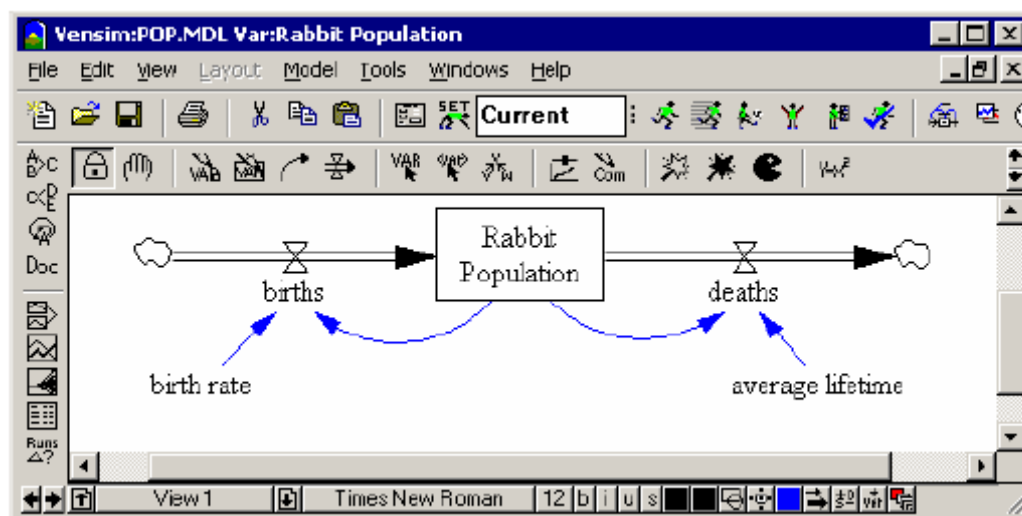


图 6-1

2. 写关系式和方程

- 1) 单击 Equations 工具，需要写的关系式或未完成的的关系式将会变黑。
- 2) 单击速率变量 births，会出现公式编辑器窗口：

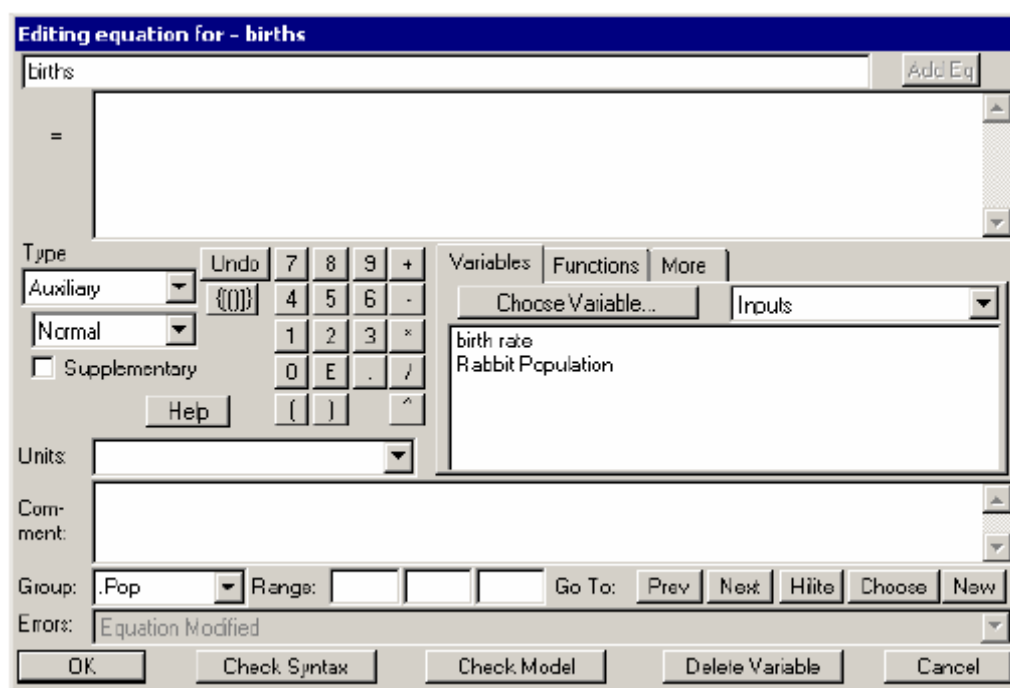


图 6-2

在 INTEG 框写入 $\text{Population} = \text{Population} * \text{birth rate}$ 。同理完成速率

变量 $\text{deaths} = \text{Population} / \text{average lifetime}$ 。

3) 水平变量 Population 的方程编辑与速率变量略有不同，除了在 INTEG 框写入 $\text{Population} = \text{births} - \text{deaths}$ 外，还要在 Initial Value 框里写入 Population 的初值。

4) 注意对变量单位的设置。

5) 设定变量的最小值、最大值和步长。

Minimum Value	10	Maximum Value	500	Increment	5
---------------	----	---------------	-----	-----------	---

图 6-3

对动态模型变量设定范围后，Vensim 会在变量超出范围时发出警告。对常数设定最小值和最大值可以确定其范围；此时，设定的步长就是滑动条对常数的单位增加量。例如，范围[10, 500, 5]允许常数在 100 到 500 范围内每次增加 5。而范围[0, 1, 1]可用作开关。若范围没有设定，Vensim 会根据模型的值自行设定，自行设定的步长为范围的 80 分之一。

此模型中所有变量：

```
average lifetime = 8, Units: Year;  
birth rate = 0.125, Units: fraction/Year;  
births = Population * birth rate, Units: rabbit/Year;  
deaths = Population / average lifetime, Units: rabbit/Year;  
Population = INTEG(births - deaths, 1000), Units: rabbit.
```

3. 检查模型语法和单位错误

1) 语法检查：从菜单里选择 Model>Check Model，可以得到“Model is OK.”的信息。

如果模型有错误，有错误的变量的方程编辑框将会打开。

2) 单位检查：从菜单里选择 Model>Units Check，可以得到“Units are OK.”的信息。

如果有单位错误发生，从输出窗口看是那个变量单位有错误，然后打开方程编辑器进行修改。

4. 同义单位设置

同义单位是指不同名称表示同一单位。输入单位时可能一个变量的单位用单

数，另一个变量的单位用复数，而 Vensim 的 Units check 会认定单复数为不同的单位。因而，须告知系统一些单位为同义词。

系统已默认一些同义单位，如 Month 和 Months, Person, Persons 和 People 等。

设置方法：从菜单中选择 Model>Settings..., 然后点击 Units Equiv, 在编辑框写入想要设置的两个单位，中间用逗号隔开，如 rabbit 与 rabbits, 点击 Add Editing, 点击确定。

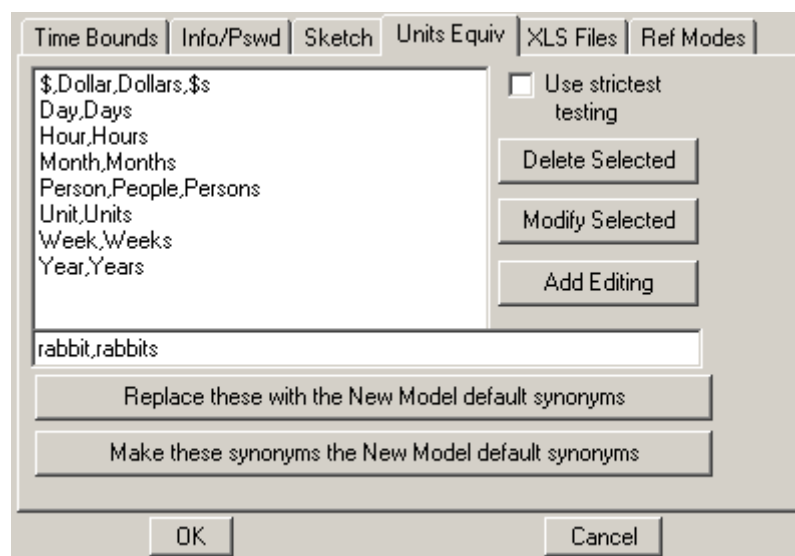


图 6-4

5. 模型仿真

在工具栏 Runname 编辑框里写入 run name

点击 Simulate 键。

6. 模型分析

1) 图表分析：运用分析工具栏的工具。

点击选中水平变量 Population。

点击 Graph，将会产生 Population 的图形，如图 6-5。

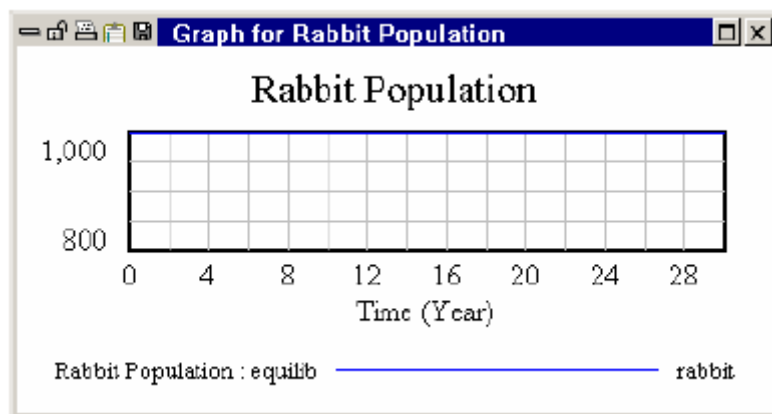


图 6-5

点击 Table，得图 5-6。


Time (Year)	Population	Runs
29.5	1,000	equilib
29.625	1,000	
29.75	1,000	
29.875	1,000	
30	1,000	

图 6-6

图表显示 Population 不变。

2) 模拟比较

同一模型不同条件下的多次模拟可以进行对比
不同模型通常通过更改常量或表函数的值来完成。

点击 SyntheSim , 工具栏变为图 6-7 所示:

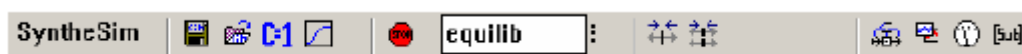


图 6-7

同时，图形变为 5-8 所示：

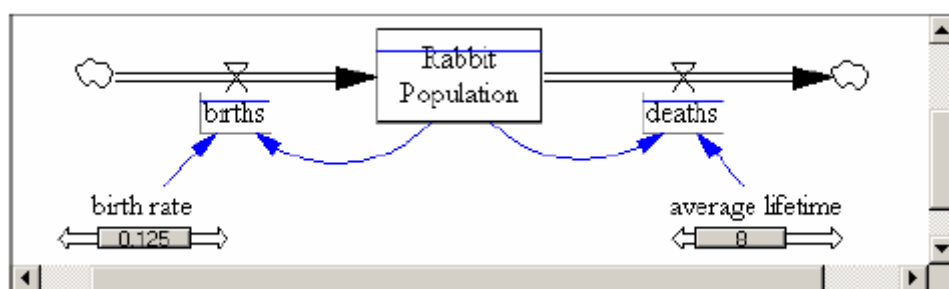


图 6-8

写入新的 run name。拖动 birth rate 或 average lifetime 的滑动条，图形变为 6-9 所示：

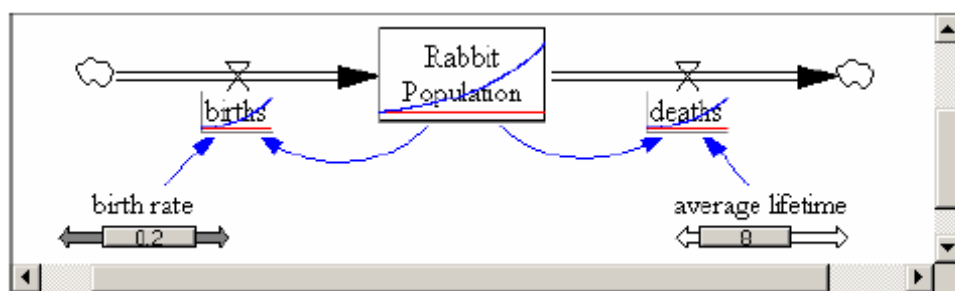




图 6-9

不同颜色的线表示不同的运行结果。

点击 Stop 结束 SyntheSim，曲线图和滑动条将会消失。

按 B 键或从菜单栏选择 View>Show Behavior，可以看到曲线图。

另一种方法是：写入 run name。点击 Setup a Simulation 。点击变量 birth rate（或 average lifetime），写入新的值。点击 Simulate .

3) 载入以往运行结果

点击 Control Panel>Datasets Control，出现图 6-10。所有的 runs 都在右边栏内。双击不需要的运行结果，或者用 Move(<<)或(>>)，最后只留下需要比较的运行。

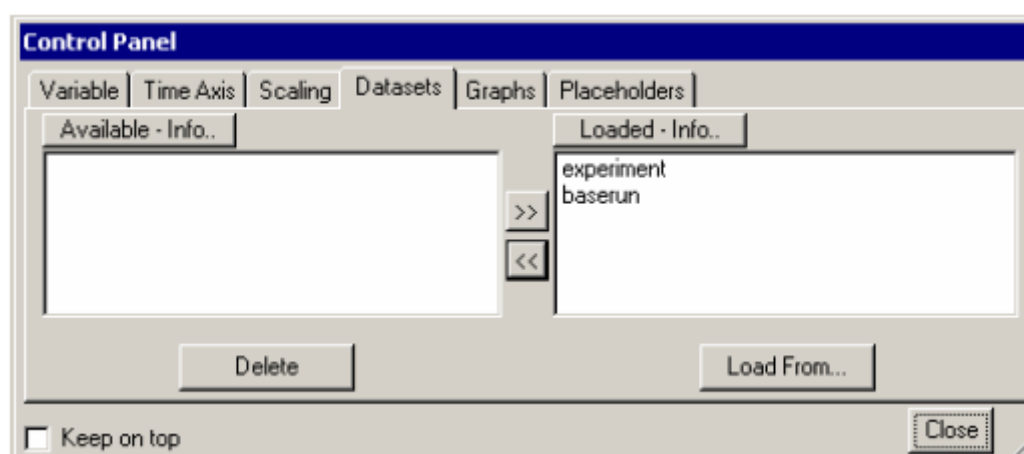


图 6-10

4) Causes Strip 图形

a) 点击 Graph。显示所有不同运行的结果。如图 6-11 所示。

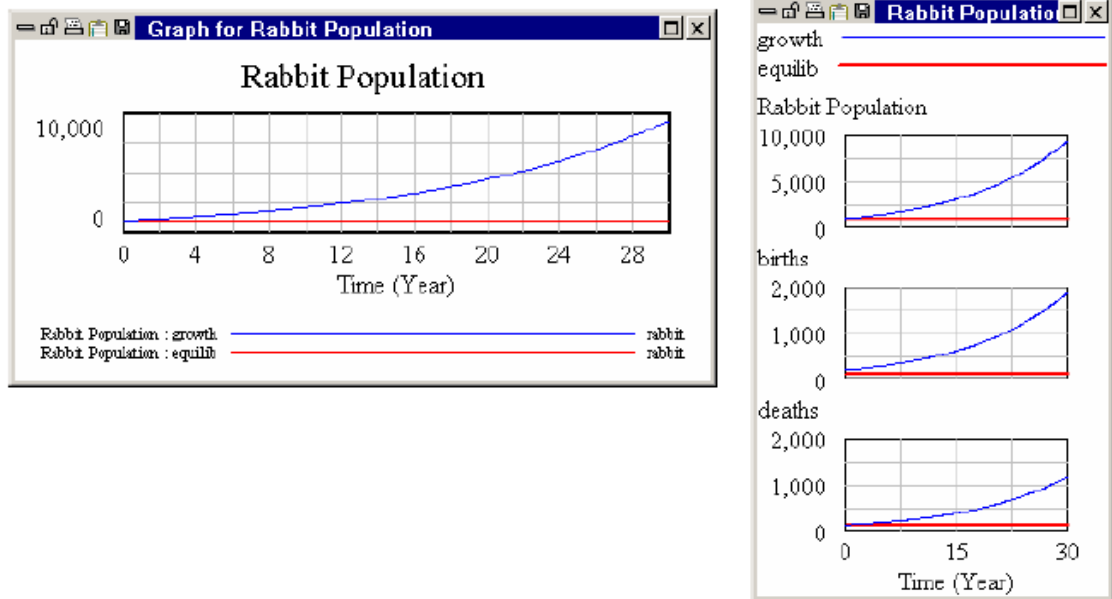


图 6-11

b) 点击 Causes Strip, 会出现反映 Population 和 births 以及 deaths 的条形图。

5) 运行比较(Runs Compare)

运用 Runs Compare 工具, 可以显示所有常量(和表函数)在不同的仿真时的不同取值。点击 Runs Compare, 显示如图 6-12 所示的结果。

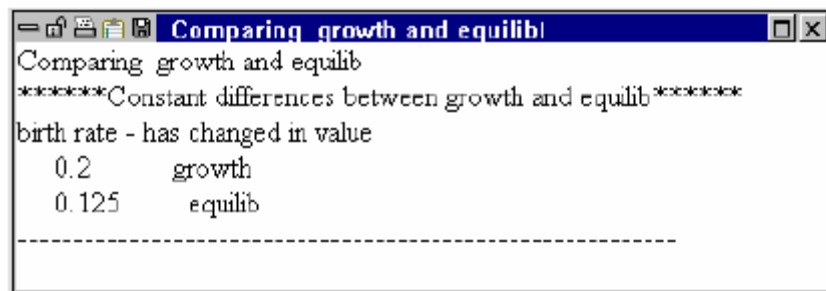


图 6-12

第 7 章 函数

7.1 概述

在 Vensim 环境下建立模型的过程中，Vensim 中的 Equation（等式）是最为重要环节之一。因为在模型中，所有的变量之间的精确关系都是通过 Equation 联系起来的，而整个模型的内在结构也只能通过这些变量之间的精确关系体现出来。Equation 的设置和调整常常决定了模型能否合理、准确地分析和预测决策者所面对的客观对象和其他复杂情况，从而决定了决策者所作出决策的正确性和有效性。所以，只有当 Equation 设置的情况和真实情况相符的时候，Vensim 中的模型才可以帮助决策者更好地了解和分析其所处的决策环境和决策条件，从而作出最为合理有效的决策方案，并最终达到预期的效果。

我们所要模拟的决策环境有时候复杂多变，这就决定了我们的模型的复杂程度以及变量之间关系的复杂程度。所以在设置变量间关系的过程中，除了加、减、乘、除这些最简单、最常用的基本运算外，我们还常常需要使用更为复杂和高级的关系。在这方面，Vensim 提供了强大的函数关系功能，可以在模型建立过程中提供巨大帮助。在这一节中，我们将分别介绍 Vensim 函数库和 Vensim 表函数两部分内容。

7.2 Vensim 函数库

Vensim 函数库是 Vensim 软件内部集成的函数功能，在 Vensim_PLE 版本中，函数库中一共包含 25 个函数。当这些函数可以直接体现模型变量间关系的时候，建模者可以在设置变量关系的过程中选择使用这些函数。

单击 Equation 功能键，Vensim 就会打开公式编辑器。在这里，单击 Function（函数）功能键，Vensim 所提供的所有函数关系就会出现在 Function 下面的下拉式菜单中。如图 7-1 所示。

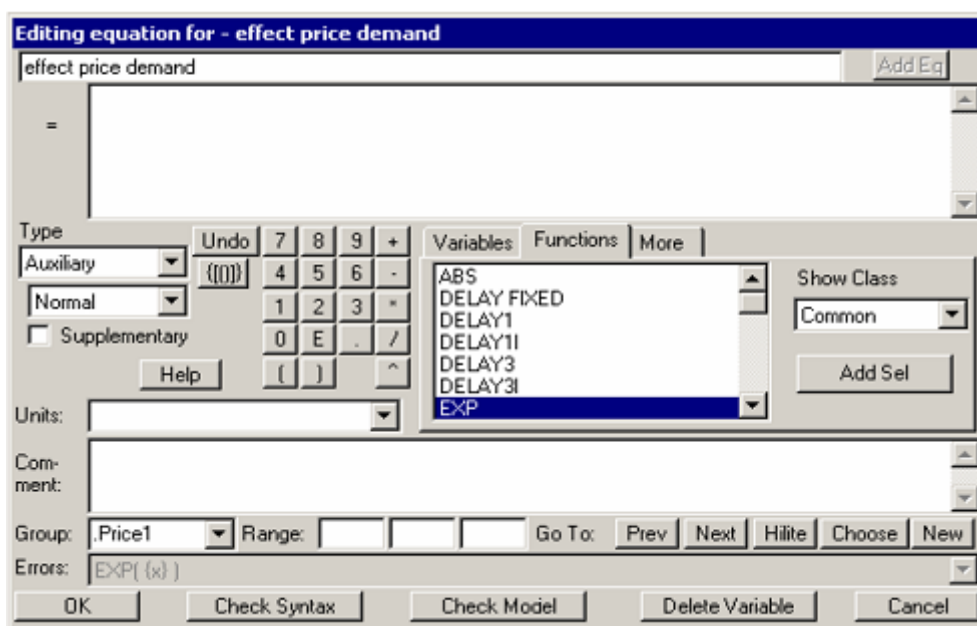


图 7-1

Vensim 函数库中的 25 个函数主要可以分为以下几类：数学函数、逻辑函数、随机函数、测试函数和延迟函数。以下我们对这五类函数一一进行介绍。

1. 数学函数

数学函数是 Vensim 函数库中最简单的一类函数。它包括 SIN、EXP、LN、SQRT、ABS、INTEGER、MODULO 七个函数，主要应用于变量间的基本数学关系。表 7-1 中总结了这七个数学函数的名称、形式和功能，读者可以在建立模型过程中参考和使用。

表 7-1 Vensim 数学函数总结

函数名称	函数形式	函数功能
SIN	SIN({x})	取正弦
EXP	EXP({x})	e^x
LN	LN({x})	取对数
SQRT	SQRT({x})	取平方根
ABS	ABS({x})	取绝对值
INTEGER	INTEGER({x})	取整数
MODULO	MODULO({x} , {base})	取余数

2. 逻辑函数

Vensim 函数库中另一类重要的函数是逻辑函数。在建立模型过程中，有时候变量间的关系需要经过一些比数学计算更复杂的处理，比如判断若干变量中的最大或者最小的值，然后将结果赋予另一个变量。再例如模型中某一环节的进行

依赖于上一环节的结果，这时候就需要对不同种情况下发生的情况进行分别定义。

Vensim_PLE 版本中的逻辑函数包括最大、最小值判断函数和条件函数。这三个函数在很多模型中的变量关系判断中使用频率都很高。下面就对这三个函数进行一一介绍。

1) MAX

基本形式：MAX ({x1}, {x2})

函数功能：MAX 后面括号中的 x1, x2, ……是函数的变量。在运行过程中，MAX 函数对这些变量进行比较，返回其中最大值作为函数值。

使用方法：将需要判断的对象作为函数对象输入 MAX 后面的括号内（在 Equation 编辑器窗口下可以直接点击选择变量）。

2) MIN

基本形式：MIN ({x1}, {x2})

函数功能：MIN 后面括号中的 x1, x2, ……是函数的变量。在运行过程中，MIN 函数对这些变量进行比较，返回其中最小值作为函数值。

使用方法：和 MAX 类似，在 Equation 编辑器中直接选中需要比较的对象名称，对象即会自动变为函数变量，参加逻辑运算。

3) IF THEN ELSE

基本形式：IF THEN ELSE ({cond}, {ontrue}, {onfalse})

函数功能：在模型建立过程中常常遇到这样的情况，变量值在不同的情况（不符合某条件）有不同的计算方法。IF THEN ELSE 函数就是针对这样的情况设计的。

在 Vensim 中，这个函数实际上具有两种意义。

- a) 像其他函数一样，IF THEN ELSE 函数会根据运算结果返回一个函数值。
- b) 表达式 $d = \text{IF } a \text{ THEN } b \text{ ELSE } c$ 实际上把变量 “IF a THEN b ELSE c” 赋给了 d 这个变量。

使用方法：打开公式编辑器→选择 Function 图标，并点击 IF THEN ELSE 函数→选择 Variable 图标→点击函数中的{cond}变量→在 Variable 中选择要使用的目标变量，设定一个临界条件→同样地选择{ontrue}和{onfalse}变量并分别赋予条件满足和不满足两种情况下对应的不同的函数关系式。

举例：DHPI = IF THEN ELSE(Time>=1920, COE, 0)

说明：这个函数的意思是，如果时间大于或等于 1920 年（Time 是一个表示时间的变量，是模型内置的一个变量，在这里的意思就是当 Time 变量的值大于或等于 1920 的时候），逻辑函数返回值为 COE，这时 DHPI = COE；其他情况下，即时间变量 Time < 1920 年的时候，逻辑函数返回值为 0，这时 DHPI = 0。

3. 随机函数

随机函数是另一类很常用的函数类型。因为我们所建立的模型是模拟现实环境的，而现实的环境中常常存在一些不能确定的情况，即存在随机性。所以除了模型中确定的变量关系外，我们还需要模拟一种不确定性的发生。Vensim 函数库中的随机函数就是针对这种用途设计的。

1) RANDOM UNIFORM

函数形式：RANDOM UNIFORM ({min} , {max} , {seed})

函数功能：产生一个介于 min 值和 max 值之间的数值，这个数值是随机生成的，但是它的分布依赖于种子（seed）的确定。每一个不同的种子都可以产生一个不同的基本分布。当没有制定种子的时候，Vensim 会自动使用默认种子及其分布，以产生随机变量。

使用方法：在函数列表种选择 RANDOM UNIFORM，然后用鼠标依次点击 {min} , {max} , {seed} 并输入设定值。

2) RANDOM NORMAL

函数形式：RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})

函数功能：此函数和上一个功能类似，都是产生 min 和 max 之间的随机数值，并依赖于种子产生的分布。其不同之处在于，此函数可以设定种子所产生分布的期望均值和方差。函数中 mean 即表示均值，而 stdev 则表示方差。

使用方法：在函数列表种选择 RANDOM UNIFORM，然后用鼠标依次点击 {min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed} 并输入相应的设定值。

4. 测试函数

测试函数是 Vensim 中另一类非常有特色且常用的函数类型。这里我们将主要介绍四种测试函数，即（1）阶跃函数 STEP （2）斜坡函数 RAMP （3）单脉冲函数 PULSE （4）多脉冲函数 PULSE TRAIN。这四种函数都可以产生比较典型和有特色的数值变化规律，因此在建立问题模型过程中经常用到。

1) 阶跃函数 STEP

基本形式: $\text{STEP}(\{\text{height}\}, \{\text{stime}\})$

基本功能: 此函数可以控制对变量启动赋值的时间。如图所示, 在 **StartTime** 之前, 函数赋予变量的数值为 0。当时间到达 **StartTime** 后, 函数赋予变量的值为预先设定的 **Height**, 并持续下去。如图 7-2 所示。



图 7-2

使用方法: 在函数列表中选择 **STEP**, 然后用鼠标依次点击 $\{\text{height}\}$, $\{\text{stime}\}$ 并输入阶跃函数的取值和起始时间。

2) 斜坡函数 RAMP

函数形式: $\text{RAMP}(\{\text{slope}\}, \{\text{start}\}, \{\text{finish}\})$

函数功能: 函数从规定的起始时间开始到规定的结束时间终结。在这个过程中, 函数的变化完全取决于预先设定的斜率。斜坡函数的初值默认为 0。如图 7-3 所示。

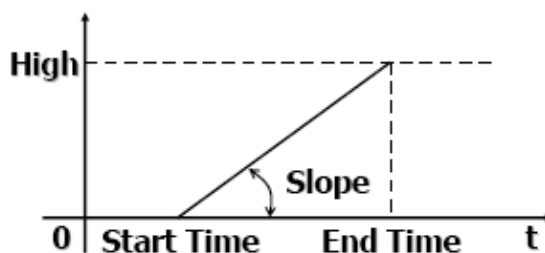


图 7-3

使用方法: 从函数菜单中选择 **RAMP** 函数, 在 $\{\text{slope}\}$ 处单击鼠标左键, 输入设定的函数斜率, 然后用同样地方法设定起始时间 $\{\text{start}\}$ 和结束时间 $\{\text{finish}\}$ 。

3) 单脉冲函数 PULSE

函数形式: $\text{PULSE}(\{\text{start}\}, \{\text{duration}\})$

函数功能: 此函数和阶跃函数功能具有共同点, 但较阶跃函数不同之处在于两点:

第一，单脉冲函数在起始时间后的脉冲高度只能为 1。这个值是 Vensim 默认的，而不是自行设置的。

第二，单脉冲函数可以控制脉冲持续的时间，即函数图示中的 Width。在 Start Time 后经过 Width 时间长度，函数将重新开始赋予变量 0 值。

函数的图像如图 7-4 所示：

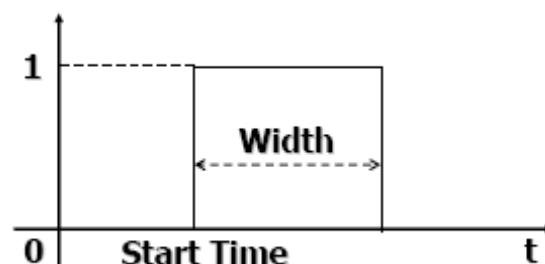


图 7-4

使用方法：在函数列表种选择 PULSE, 然后用鼠标依次点击 {start} , {duration} 并输入脉冲起始时间和持续时间长度。

4) 多脉冲函数 PULSE TRAIN

函数形式：PULSE TRAIN ({start} , {duration} , {repeattime} , {end})

函数功能：多脉冲函数较单脉冲函数可以实现更多的功能，即把原本单个连续的赋值阶段切分成若干小阶段，如图 7-5 所示。这里的 Width 指的是分割后每一个阶段的持续时间长度，而 t-between 指的是一个阶段开始时刻（终结时刻）和下一个阶段开始时刻（终结时刻）间的时间间隔长度。这样的阶段反复循环出现，直到时间到达 End Time。

使用方法：选择 PULSE TRAIN 函数，依次点击 {start} , {duration} , {repeattime} , {end} 并设置。需要注意的是，这里的 {duration} 是图示中的单位持续长度 Width Time，而 {repeattime} 是图示中的间隔时间 t-between。

函数的图像如图 7-5 所示：

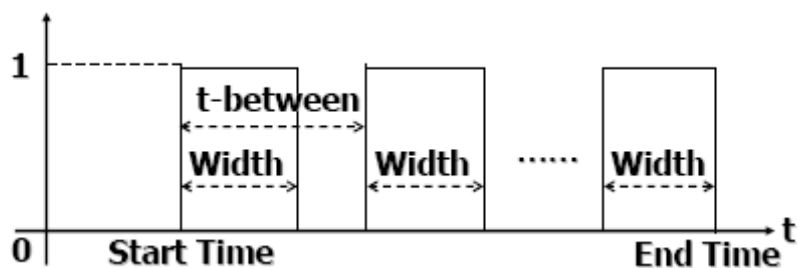


图 7-5

5. 延迟函数

延迟函数是 Vensim 函数库中非常重要的一类函数，使用范围很广。因为在建立模型的过程中，我们常常需要模拟物质或信息在模型中不同模块间的流动。而现实中，由于物质或信息传播渠道的客观限制，这种流动经常会产生一定的延迟。延迟函数正是为模拟这种延迟效果而设计。Vensim 中的延迟函数包括两类，即模拟物质延迟效果的 DELAY 函数和模拟信息延迟效果的 SMOOTH 函数。

一、物质延迟函数

(1) DELAY1

函数形式：DELAY1 (In, Delay Time)

函数功能：此函数根据设定的延迟时间，对输入量作延迟处理。其运行过程中，内部原理相当于下面的等式：

$$\text{DELAY1} = \text{LV} / \text{delay time}$$

$$\text{LV} = \text{INTEG} (\text{In} - \text{DELAY1}, \text{input} * \text{delay time})$$

这里 INTEG 函数的功能是对括号内的变量 In-DELAY1 作积分。

使用方法：选择 DELAY1 函数，单击鼠标设定输入值 In 和延迟时间 Delay Time。

(2) DELAY1I

函数形式：DELAY1I (In, Delay Time, Initial Value)

函数功能：此函数功能和 DELAY1 功能类似，不同之处在于其可以设定初值。

使用方法：和 DELAY1 操作方法相同，但需要设定初值 Initial Value。

(3) DELAY3

函数形式: DELAY3 (In, Delay Time)

函数功能: DELAY3 函数同样对物质作延迟处理。但和 DELAY1 不同, 它是针对三阶延迟设计的, 即在处理过程中, 它根据延迟时间对物质作三次延迟处理, 然后再返回函数值。换句话说, 它相当于做了三次 DELAY1, 但每一次延迟的时间只有原函数中设定延迟时间 Delay Time 的三分之一。DELAY3 内部原理等同于下面的等式:

$$\text{DELAY3} = \text{LV3} / \text{DL}$$

$$\text{LV3} = \text{INTEG}(\text{RT2} - \text{DELAY3}, \text{DL} * \text{IN})$$

$$\text{RT2} = \text{LV2} / \text{DL}$$

$$\text{LV2} = \text{INTEG}(\text{RT1} - \text{RT2}, \text{LV3})$$

$$\text{RT1} = \text{LV1} / \text{DL}$$

$$\text{LV1} = \text{INTEG}(\text{In} - \text{RT1}, \text{LV3})$$

$$\text{DL} = \text{Delay Time} / 3$$

使用方法: 和 DELAY1 使用方法相同。

(4) DELAY3I

函数形式: DELAY3I (In, Delay Time, Initial Value)

函数功能: 此函数功能和 DELAY3 功能类似, 不同之处在于其可以设定初值。

使用方法: 和 DELAY1I 使用方法相同。

(5) DELAY FIXED

函数形式: DELAY FIXED (In, Delay Time, Initial Value)

函数功能: DELAY FIXED 函数对输入量做延迟处理, 但处理过程中 Delay Time 是一个常量。即便在设置时将 Delay Time 设置为表达式, 运行过程中延迟时间也不会随着表达式的变化而变化。

使用方法: 和 DELAY1I 使用方法相同。

(6) DELAY MATERIAL

函数形式: DELAY MATERIAL (Input, Delay Time, Initial Value, Missval)

函数功能: DELAY MATERIAL 的功能和 DELAY FIXED 功能相似, 不同点

在于其延迟时间可以变化。这时候将 Delay Time 设置为表达式，则运行过程中，系统对于输入的延迟处理时间随着表达式的变化而变化。在这个变化过程中，如果延迟时间不断变小，则输出值会根据更新的输入值确定；如果延迟时间不断增大，当某一时刻没有输出值可用时，Missval 会被当作输出值使用。

使用方法：和 DELAY1I 使用方法相同。

二、信息延迟函数

(1) SMOOTH

函数形式：SMOOTH({in} , {stime})

函数功能：此函数模拟信息延迟效果，对输入值作延迟处理，其内部原理相当于以下等式：SMOOTH=INTEG ((input-SMOOTH)/delay time, input)

使用方法：在函数菜单中选择 SMOOTH 函数，然后设定输入值和延迟时间。

(2) SMOOTHI

函数形式：SMOOTHI ({in} , {stime} , {inival})

函数功能：此函数和SMOOTH函数功能类似，但可以设定初值。其内部原理相当于以下等式：SMOOTHI=INTEG ((input-SMOOTHI)/delay time, initial value)

使用方法：和 SMOOTH 使用方法相同，但需要设定初值{inival}。

(3) SMOOTH3I

函数形式：SMOOTH3I ({in} , {stime} , {inival})

函数功能：此函数实现的延迟功能和 DELAY3 相似，即对输入量作三阶延迟，内部原理相当于以下等式：

$$\text{SMOOTH3}=\text{INTEG } ((\text{LV2}-\text{SMOOTH3})/\text{DL}, \text{input})$$

$$\text{LV2}=\text{INTEG } ((\text{LV1}-\text{LV2})/\text{DL}, \text{input})$$

$$\text{LV1}=\text{INTEG } ((\text{IN}-\text{LV1})/\text{DL}, \text{input})$$

$$\text{DL}=\text{delay time}/3$$

使用方法：和 SMOOTH 方法相同，只是这里的延迟时间是三阶延迟时间，因此运行过程中每一阶的延迟时间是它的三分之一。

(4) DELAY INFORMATION

函数形式：DELAY INFORMATION (input, delay time, initial value)

函数功能：和 DELAYFIXED 的功能相同，只是 delay time 可以是一个变量。

使用方法：和 DELAYFIXED 用法相同。

6. 其他函数

Vensim_PLE的函数库中还有两个函数，这里做简要介绍。

1) XIDZ

函数形式：XIDZ ({numerator} , {denominator} , {X})

函数功能：返回 numerator/denominator 的数值，如果分母 denominator 的数值为 0，则自动返回 X 值。

使用方法：选择 XIDZ 函数，依次点击{numerator} , {denominator} , {X}并设置分子、分母和 X。

举例：XIDZ(3, 4, 1) 的返回值是0.75。

XIDZ(3, 0, 1) 的返回值是1.0。

2) ZIDZ

函数形式：ZIDZ ({numerator} , {denominator})

函数功能：ZIDZ 函数和 XIDZ 函数功能基本相同，只是其当分母 denominator 数值为 0 时，函数自动返回 0。这个函数等价于 XIDZ ({numerator}, {denominator}, {0})

使用方法：选择函数并设置{numerator} 和 {denominator}。

举例：ZIDZ(3, 4) 的返回值是0.75。

ZIDZ(3, 0) 的返回值是0。

7.3 Vensim 表函数

上一节分别介绍了Venple函数库中的25个函数，但是一般来说，直接调用函数固然方便快捷，但却具有一定的局限性，当用户想根据个性需要创建一些特殊的函数（往往是非线性函数）的时候，表函数更好用，在这节中会详细讨论表函数的创建和使用方法。

表函数往往用于描述某变量对另一变量的影响，比如模型中要描述兔子拥挤程度对兔子死亡率的影响，在方程工具选中的模式下，在模型中点击effect of

rabbit crowding on deaths. 在变量类型Type 标识下，有两个下拉框，一个显示Auxiliary，另一个显示Normal. 点击Normal的那个下拉框，从中选择with Lookup，这样就可以赋予这个变量一个表函数了。

在模型中，Rabbit Population/carrying capacity用来衡量兔子拥挤程度，不同的拥挤程度，对应不同的effect。越拥挤，则effect越大，这时，deaths的取值会远离参考值(reference)越远。参考值在这种情况下可以等同于自然死亡率。下面讲述创建这个表函数的详细过程。

点击位于Type 下拉框下面的As Graph按钮，会打开一个表函数编辑器，如图7-6所示。

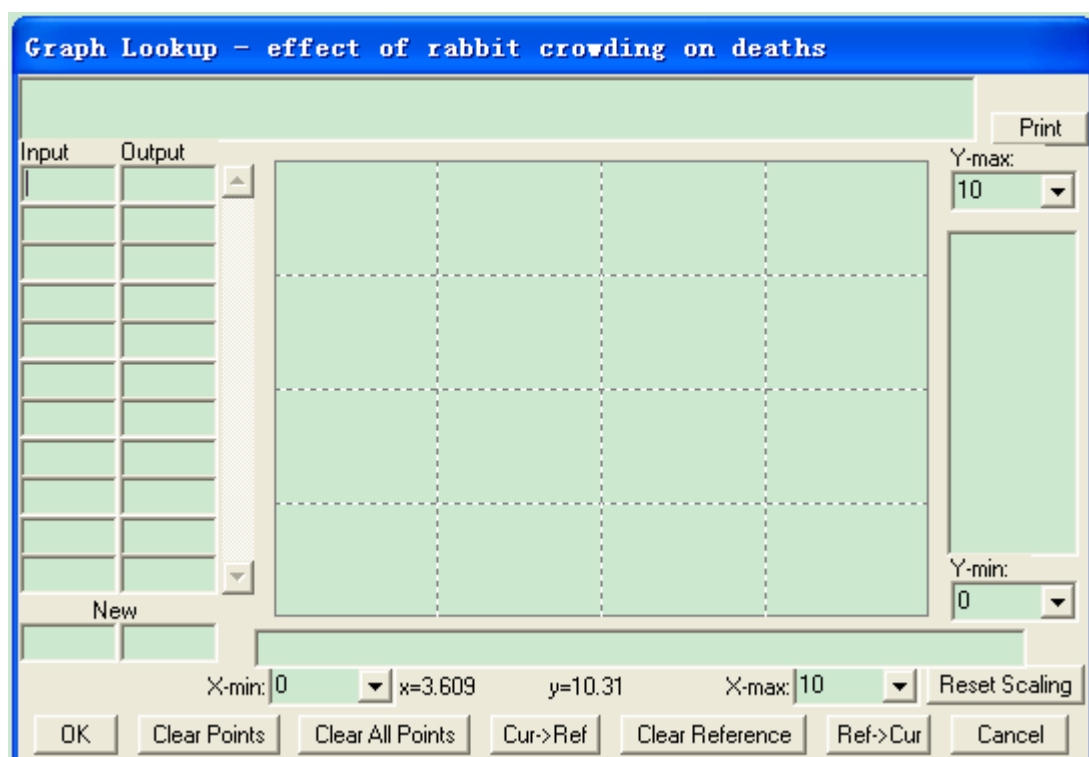


图7-6

在Input和Output中分别输入一系列x 和 y值，x在这里对应的是自变量，即Rabbit Population/carrying capacity，y则对应因变量，即effect of rabbit crowding on deaths。比如说输入以下五个数对(0, 0.9)，(1, 1)，(2, 1.2)，(3, 1.5)，(4, 2)，然后调整x 和y 的数值范围（通过调整X-min，X-max，Y-min，Y-max），使得所形成的曲线能较清晰地显示出来，如图7-7所示。

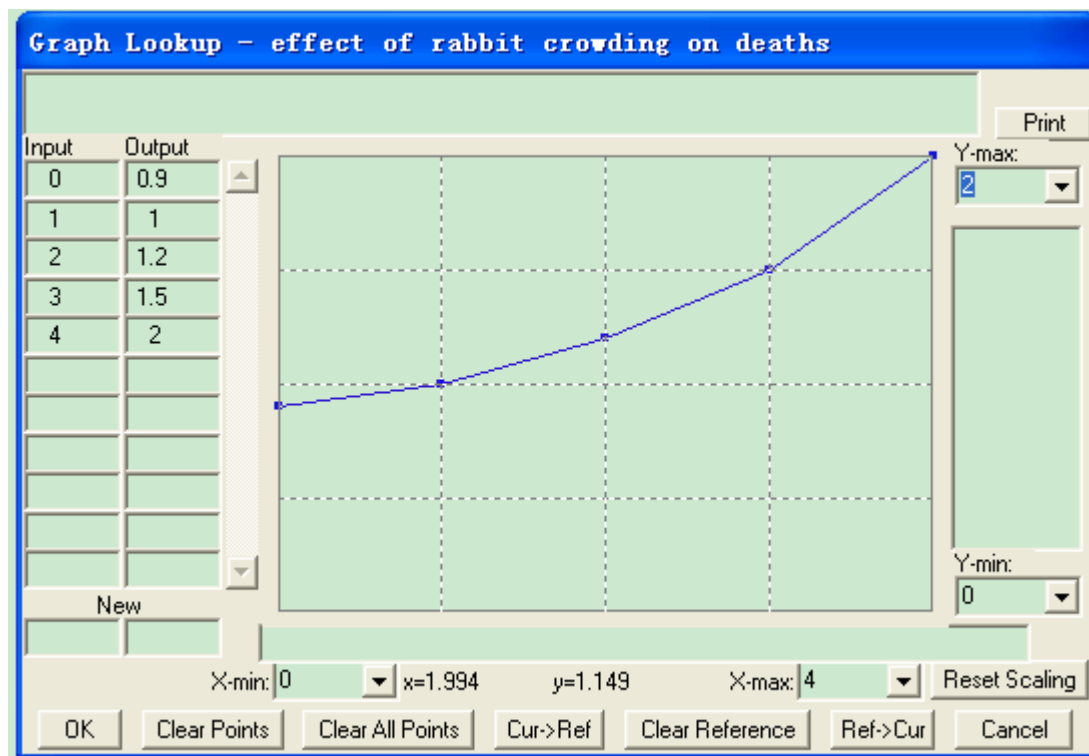


图7-7

点击OK，这样就创建了一个从rabbit population到deaths的一个表函数了。表函数中(1,1)对应的关系，是当rabbit population刚好等于carrying capacity的时候，兔子的死亡率就等于自然死亡率。当rabbit population超过了carrying capacity的时候，比如说表中的（2，1.2）则表示，rabbit population是carrying capacity的两倍，这时，兔子的死亡率就等于1.2倍的自然死亡率了。

总结第七章，可见Vensim中自带的函数使用起来简单方便，但是表函数更为灵活，可以创建用户自己需要的任何特殊函数关系。

第 8 章 多重视图



8.1 多重视图的建立

当系统较为复杂时，可以将系统分为多个子系统，这时，可以将模型分为多个页面，每个页面对应一个子系统。用鼠标点击 Vensim 状态窗口左下端的 View，选择 New，即可建立一个新的视图，见图 8-1。多个视图之间可以通过影子变量进行连接。



图 8-1

8.2 多重视图的连接

上一节提到，多个视图之间可以通过影子变量进行连接。图标  可以用于插入影子变量。由于影子变量只是它对应的原始变量的“影子”，它的值完全且仅由原始变量决定，因此只能有箭线从影子变量指向其它变量，而不能有箭线从其它变量连接到影子变量。例如：点击图标 ，出现如图 8-2 所示的对话框：

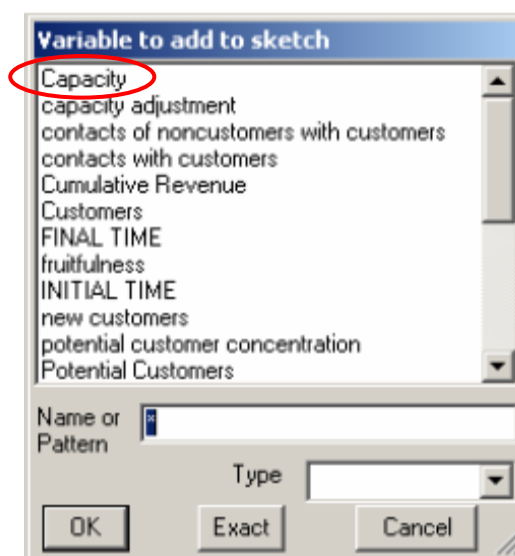


图 8-2

选择变量 Capacity，在创建窗口的适当位置用鼠标点击空白处，则会出现

<Capacity>, 如图 8-3 所示。

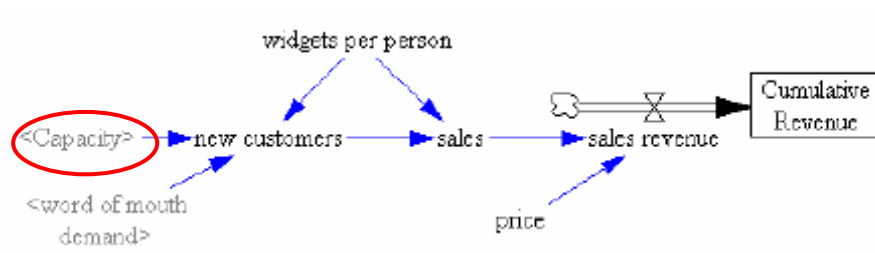


图 8-3

于是，可以利用 Vensim 通过多重视图建立较大的模型，并通过影子变量将多重视图连接起来。

第 9 章 自定义输出

9.1 标记图像曲线(Graph Lines)

作图分析变量时，常常改变一些参数的值以考察其对目标变量的影响，这时就有可能导致图像上多条曲线难以辨认。这时，需要标记图像曲线使其一目了然。方法如下：

选择菜单中的 Toolos > Options，出现图 9-1 所示对话框：

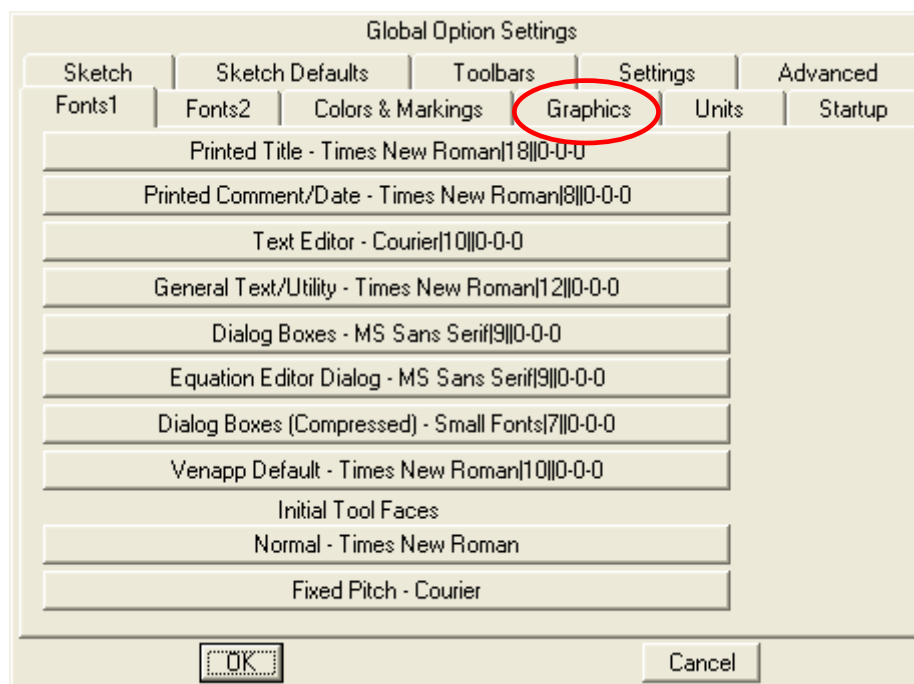


图 9-1

选择 Graphics，出现图 9-2 所示对话框：

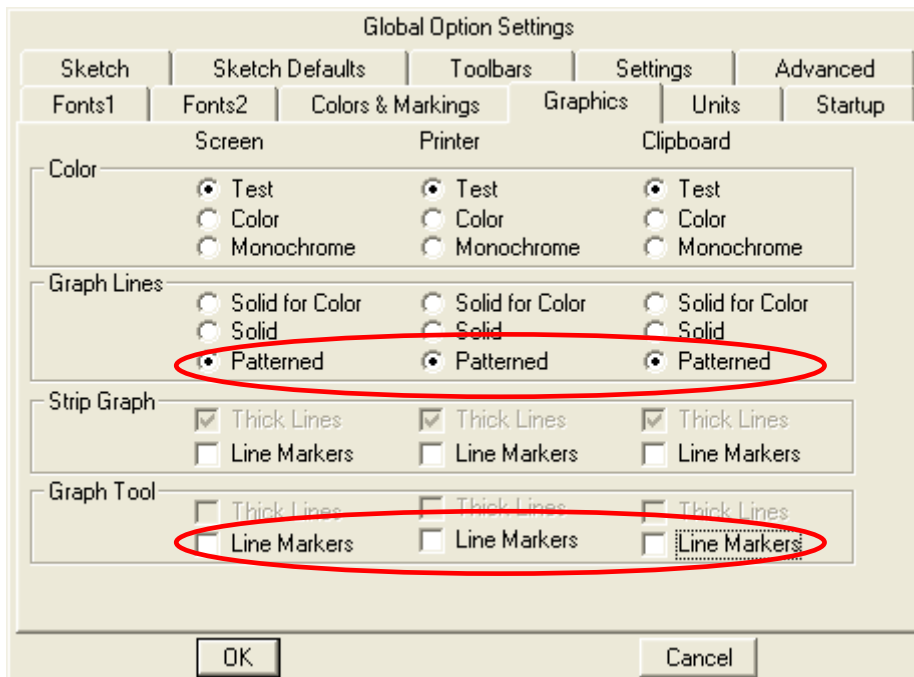


图 9-2

选择 Patterned，此时输出的图形如图 8-3 所示：

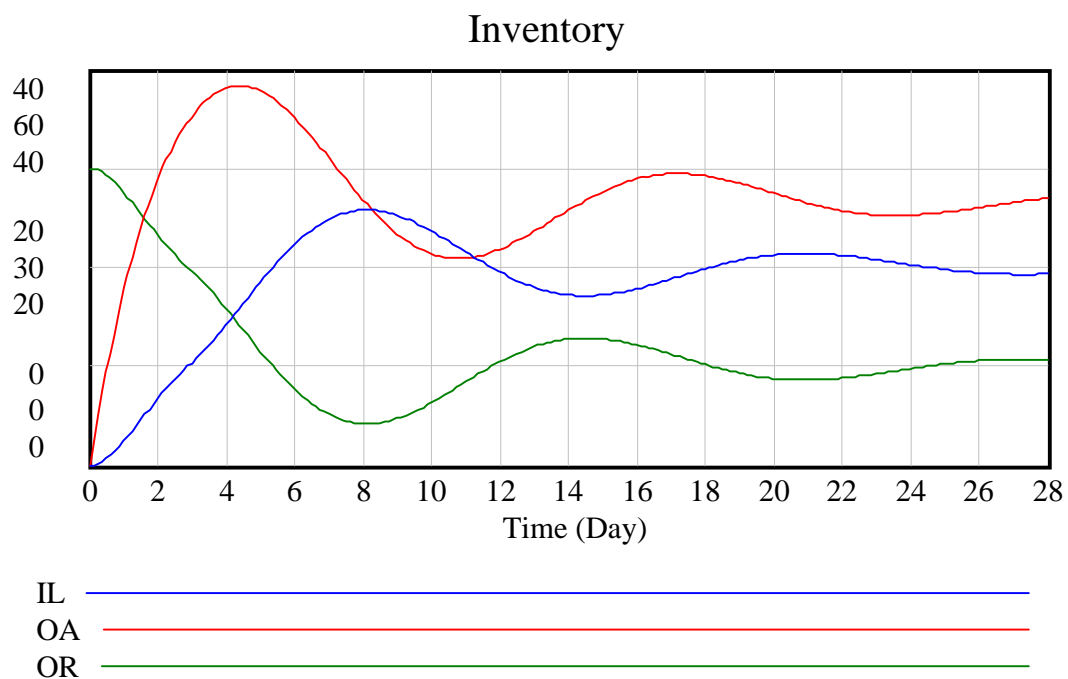


图 9-3

选择 Line Markers，此时输出的图形如图 9-4 所示：

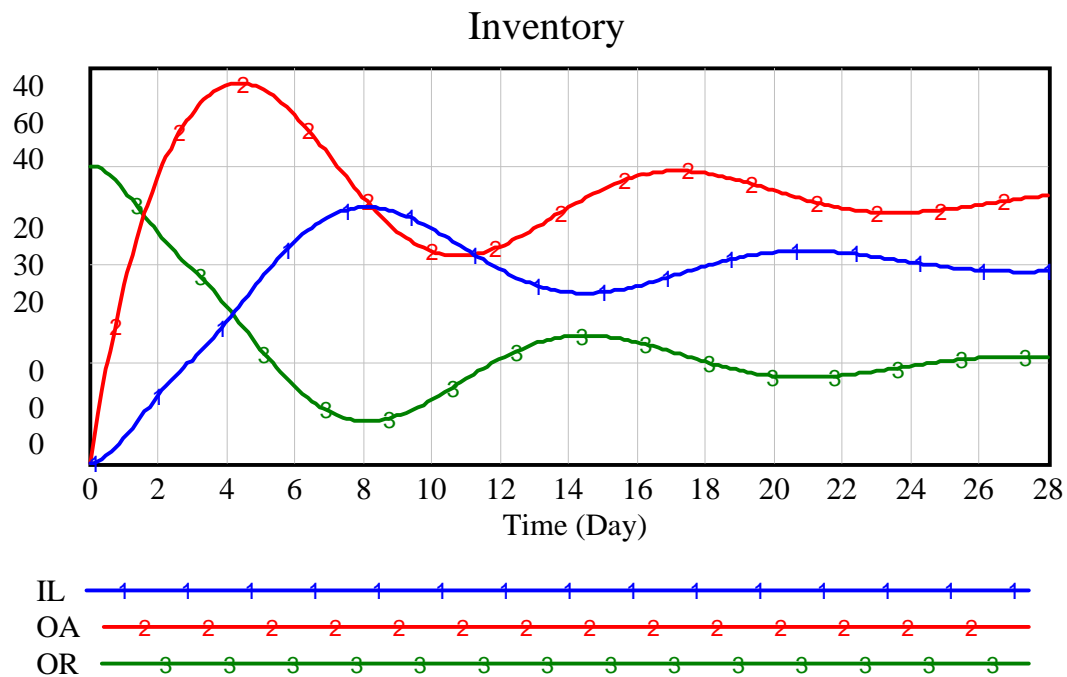


图 9-4

9.2 自定义图像

1) 自定义图像内容，可在同一张图中显示所选的变量、类型等，使用户易于比较变量之间的关系。

2) 方法：

a) 选择工具栏中的控制面板(Control Panel)，并选择 Graphs，出现图 9-5。

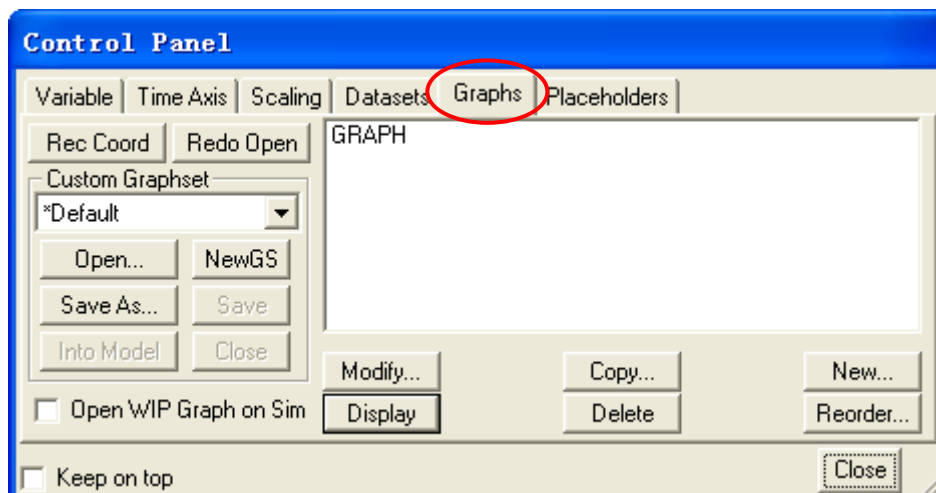


图 9-5

b) 点击 New，显示自定义图像编辑对话框，如图 9-6 所示。

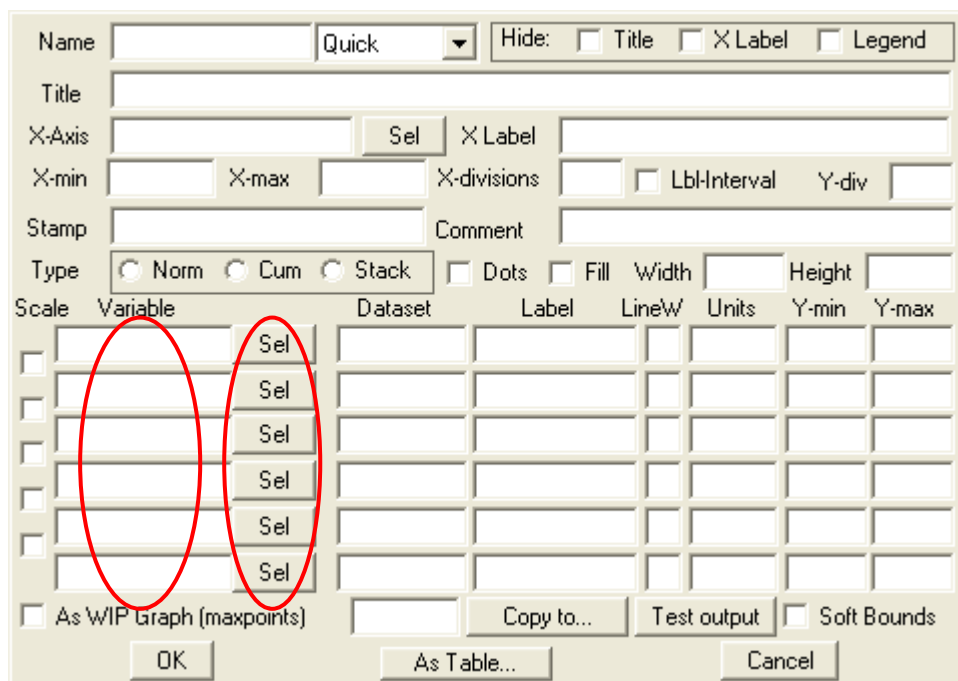


图 9-6

c) 在变量栏中输入变量名，或点击 Sel 按钮，然后在弹出的变量选择对话框双击要选择的变量（也可输入变量名的前几个字母，当标记在此变量上时，确定）。重复此项操作，直到输入所有变量。如图 9-7 所示。

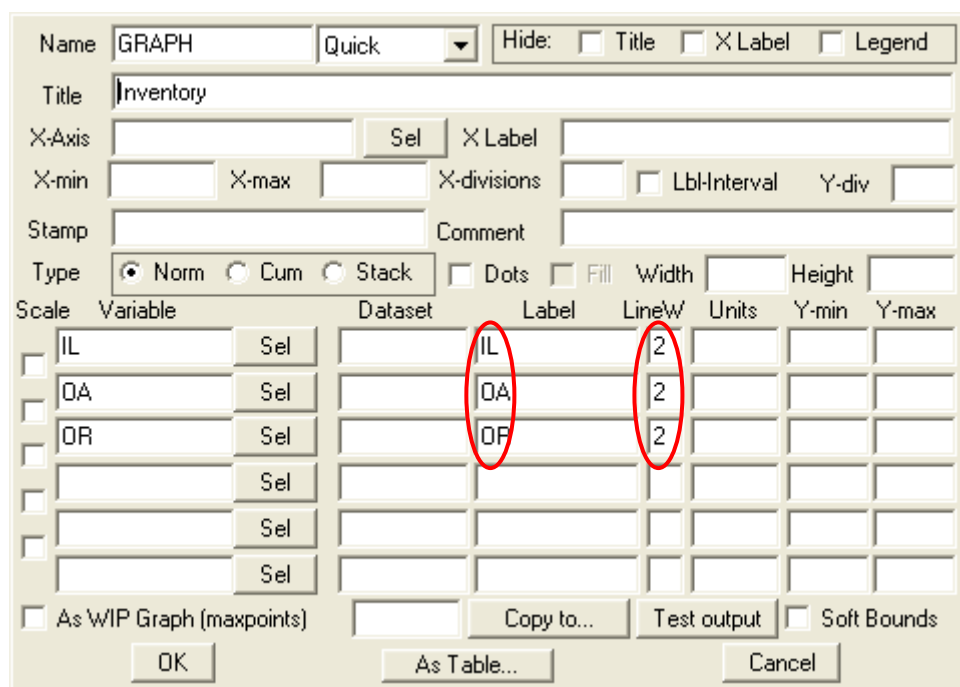


图 9-7

d) 如图 9-7 所示，在变量栏右边的 Dataset 栏中输入变量所在的文件名，如

此栏空，则默认为已导入的第一个文件；在 **Label** 栏中输入输出图形中显示的变量名，如此栏空，则默认为“变量所在的文件名+变量名”；在 **LineW** 栏中输入输出图形线条的粗细，如此栏空，则默认为“1”；每个变量可以设置其单位、Y 轴的最大最小值。

e) 按确定键关闭此对话框后，回到图像控制对话框，选中图像名 (**GRAPH**) 并按 **Display**，即可显示定义的图像。使用 **Modify** 按钮，可以对定义的图像进行修改。

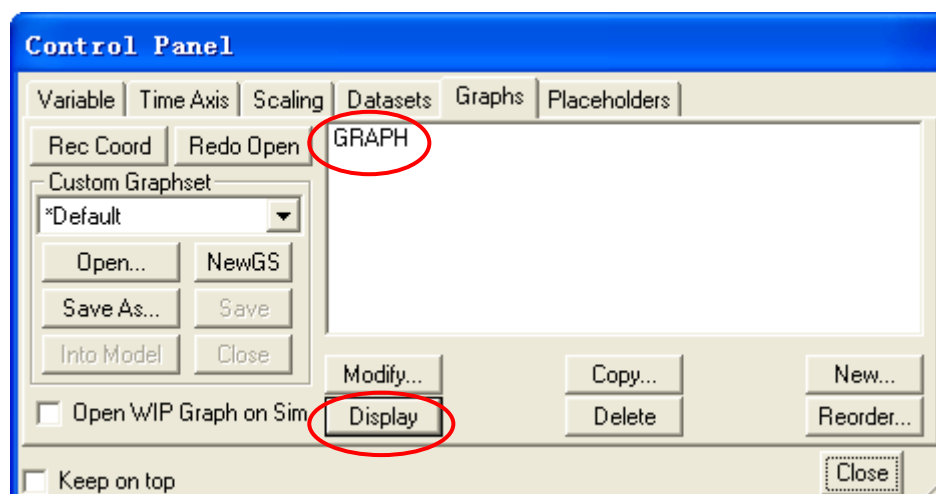


图 9-7

3) 几种图表类型：标准(Norm)、累积(Cum)、累加(Stack)：



图 9-8

累积图像(Cum)显示输出值的积分。

累加图像(Stack)显示第一个变量(e.g.Var1)以及第一个变量到第 n 个变量的和，即 Var1 , $\text{Var1} + \text{Var2}$, $\text{Var1} + \text{Var2} + \text{Var3} \dots$ 但只有刻度相同的变量才能累加。选择累加图像后，在对话框底部输入起始累加变量 **Stack first**，其余变量将输出标准图像；若不输入则默认从第一个变量开始累加。

9.3 自定义表格

1) 自定义表格的作用。利用自定义表格可在同一张表中显示所选的多个变量，使用户易于比较变量之间的关系。

2) 方法:

a) 与自定义图像相同, Control Panel > Graphs, 出现图 9-9。

Figure 8-9 is a screenshot of a software dialog box for creating a graph. The dialog has a title bar and several sections. At the top, there's a 'Name' field with 'GRAPH' and a 'Quick' dropdown. Below that are checkboxes for 'Hide: Title', 'X Label', and 'Legend'. The 'Title' field contains 'Inventory'. The 'X-Axis' section has a 'Sel' button and an 'X Label' field. The 'X-min', 'X-max', 'X-divisions', 'Lbl-Interval', and 'Y-div' fields are present. There are 'Stamp' and 'Comment' fields. The 'Type' section has radio buttons for 'Norm', 'Cum', and 'Stack', and checkboxes for 'Dots' and 'Fill'. 'Width' and 'Height' fields are also there. A 'Scale' section has a 'Variable' column with 'IL', 'QA', 'OR' and 'Sel' buttons, and a 'Dataset' column. There are 'Label', 'LineW', 'Units', 'Y-min', and 'Y-max' fields. At the bottom, there are checkboxes for 'As WIP Graph (maxpoints)', 'Copy to...', 'Test output', and 'Soft Bounds'. 'OK', 'As Table...', and 'Cancel' buttons are at the very bottom.

图 8-9

与自定义图像同样的操作输入要输出的变量, 然后点击对话框底部的“As Table”按钮, 出现自定义表格编辑对话框, 如图 9-10 所示。

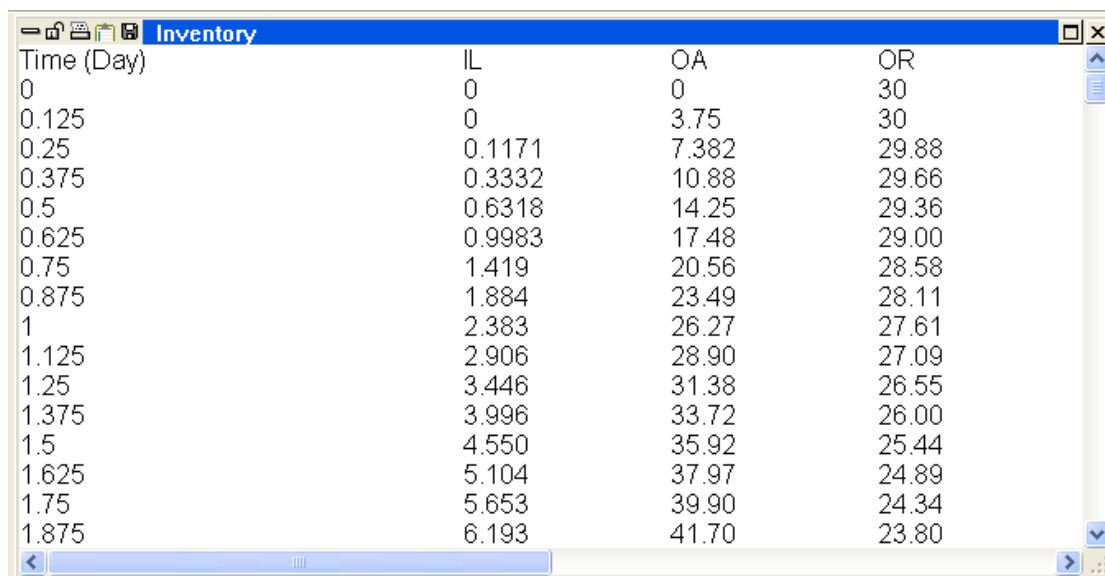
Figure 9-10 is a screenshot of a software dialog box for editing a table. The dialog has a title bar and several sections. At the top, there's a 'Table Name' field with 'GRAPH' and 'Output width' and 'height' fields. Below that are 'Title' and 'Table Content - drag to reorder' fields. The 'Table Content' field contains 'IL||IL|', 'QA||QA|', and 'OR||OR|'. There are 'Time' fields for 'From', 'to', 'by', and '(', '+', ')'. There are checkboxes for 'Running down' and 'Don't display'. There are 'Cell Width' fields for 'First' and 'rest'. There is a 'Scientific Notation' checkbox. There is a 'Font -' field. There are 'Highlight: Modify' and 'Remove' buttons. There are 'Dataset', 'Label', and 'Format' fields. There are 'Add' buttons. There is a 'Variable' button circled in red. There is a 'Comment Line' field. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

图 9-10

b) 在标题栏中输入图像名称。

c) 添加新变量。点击对话框左下角的 **Variable** 按钮——在弹出的变量选择对话框双击此变量（也可输入变量名的前几个字母，当标记在此变量上时，确定）——在变量栏右边的 **Dataset** 栏中输入变量所在的文件名。如此栏空，则默认为已导入的第一个文件——点击添加按钮即完成了添加新变量。重复此项操作，直到添加完所要加入的变量。

d) 完成后按确定按钮，关闭自定义图像编辑对话框，回到图像控制对话框。选中图像名并按 **Display**，即可输出所定义的表格。如图 9-11 所示。



Time (Day)	IL	OA	OR
0	0	0	30
0.125	0	3.75	30
0.25	0.1171	7.382	29.88
0.375	0.3332	10.88	29.66
0.5	0.6318	14.25	29.36
0.625	0.9983	17.48	29.00
0.75	1.419	20.56	28.58
0.875	1.884	23.49	28.11
1	2.383	26.27	27.61
1.125	2.906	28.90	27.09
1.25	3.446	31.38	26.55
1.375	3.996	33.72	26.00
1.5	4.550	35.92	25.44
1.625	5.104	37.97	24.89
1.75	5.653	39.90	24.34
1.875	6.193	41.70	23.80

图 9-11