

---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 指导练习

# Tutorial

帮助学习使用 WEAP 软件的系列独立模块

A collection of stand-alone modules to aid in learning  
the WEAP software

November 2007



---

# WEAP

Water Evaluation And Planning System

# Tutorial Modules

指导练习概况 Tutorial Overview .....	5
一小时了解 WEAP in One Hour .....	15
基本工具 Basic Tools .....	39
预案 Scenarios .....	49
精调需求分析 Refining the Demand Analysis .....	67
精调供给 Refining the Supply .....	87
数据、结果和格式 Data, Results and Formatting .....	105
水库和发电 Reservoirs and Power Production .....	123
水质 Water Quality .....	135
水文 Hydrology .....	157
财务分析 Financial Analysis .....	175



---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 指导练习概况

# Tutorial Overview

介绍 <i>Introduction</i> .....	6
背景 <i>Background</i> .....	6
WEAP 开发 <i>WEAP Development</i> .....	6
WEAP 方法 <i>The WEAP Approach</i> .....	7
软件结构 <i>Program Structure</i> .....	7
指导练习结构 <i>The Tutorial Structure</i> .....	10

November 2007

## 介绍 Introduction

WEAP<sup>®</sup> 是微机版的水资源综合规划工具，为政策分析提供一种全面、灵活和用户友好型的框架。越来越多的水资源领域的专业人员将 WEAP 视为他们所使用的各种模型、数据库、电子表格和其它软件工具的有益补充。

该概述部分总结 WEAP 的目的、方法和结构，并介绍 WEAP 指导练习的内容。指导练习以一系列模块的形式引领用户了解 WEAP 模拟性能的各个方面。尽管指导练习本身基于非常简单的例子，但其内容覆盖 WEAP 的大部分功能。WEAP 中的“*Weeping River Basin*”包含介绍这些功能的一个复杂的实例。《WEAP 用户指南》则是包括详细技术描述的另外一本单独的手册。

## 背景 Background

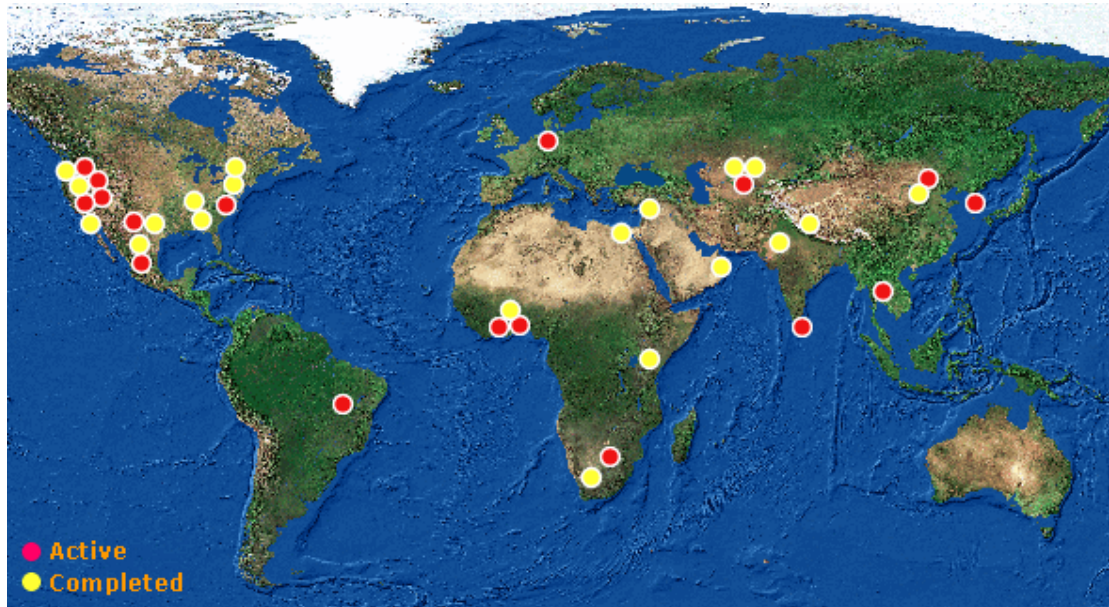
世界上很多地区面临严重的淡水管理的挑战。分配有限的水资源、环境质量和可持续用水政策等问题已经引起越来越多的关注。常规的以供给为导向的模拟模型在处理这些问题时有时显得不足。过去十年中，出现了一种将供水项目置于需求端问题、水质和生态系统保护背景之下考虑的水资源开发的综合方法。

WEAP 旨在将这些价值观结合到一个实用的水资源规划工具中。WEAP 的独特之处在于其模拟水系统的综合方法和其政策导向。WEAP 把等式的用户端 – 用水规律、设备效率、回用、价格和分配，与供给端 – 地表水、地下水、水库和调水，放在同等的地位来考虑。WEAP 是检验可替代的水资源开发和管理策略的实验室。

WEAP 既全面又简单和易于使用。它试图帮助而非取代有经验的规划人员。作为数据库，WEAP 提供一个管理水需求和供给资料的系统。作为预测工具，WEAP 模拟水的需求、供给、流量和存储，以及产生的污染、处理和排放。作为政策分析工具，WEAP 全面评估各种水资源开发和管理选择，并考虑水资源系统多元和互相竞争的利用方式。

## WEAP 开发 WEAP Development

斯德哥尔摩环境研究院为 WEAP 的开发提供了主要资金。美国陆军工程兵团的水力工程中心为其后的主要升级提供了资助。其它一些机构包括世界银行、美国国际开发署和日本全球基础设施基金会曾提供项目资助。WEAP 已用于包括美国、墨西哥、巴西、德国、加纳、不基纳法索、肯尼亚、南非、莫桑比克、埃及、以色列、也门、中亚国家、斯里兰卡、印度、尼泊尔、中国、韩国和泰国在内的数十个国家的水资源评价。



## WEAP 方法 The WEAP Approach

基于计算水收支平衡这一基本原则，WEAP 可用于城市和农业系统、单个集水盆地或复杂的跨界河流系统。此外，WEAP 可解决的问题广泛，包括如部门需求分析、水资源保护、水权和分配优先顺序、地下水和地表水模拟、水库运行、水力发电、污染追踪、生态系统要求、脆弱性评价和项目损益分析等。

用户以以下部分表述相关系统：各种水源（如河流、溪流、地下水、水库和海水脱盐设施）；取水、传输和废水处理设施；生态系统要求、用水需求和产生的污染。数据结构和详尽水平可通过易于掌握的用户定制来满足特定分析的要求及反映有限数据的局限。

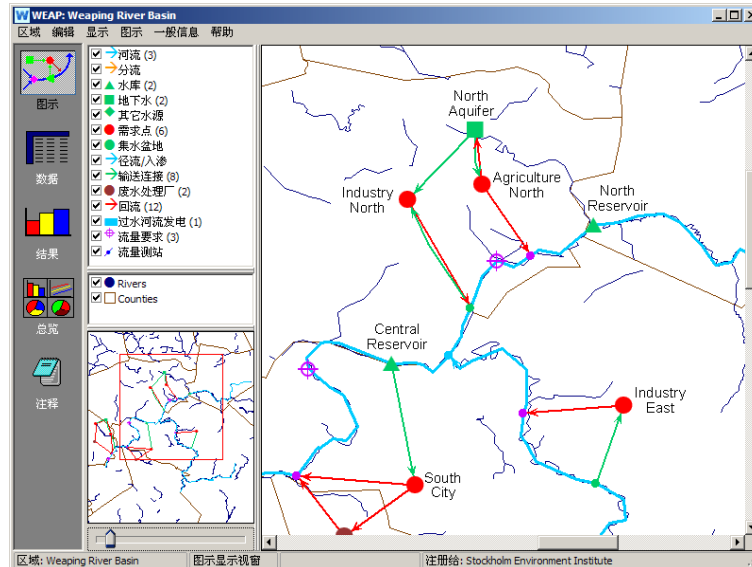
WEAP 的应用通常包括几个步骤：**研究定义**设置时间跨度、空间界限、系统组分和问题结构。可被视为应用开发过程的校准步骤的**现状基准**提供系统的实际用水需求、污染负荷、资源和供给的当时情况。**关键假设**可在现状基准中出现，用于代表政策、成本和影响需求、污染、供给和水文的因素。**预案**建立在现状基准之上，用户可以此探寻可替代假设或政策对未来水的供应和使用情况的影响。最后，就水的充足程度、成本和效益、与环境目标的兼容性及对关键变量不确定性的敏感程度对各预案进行**评估**。

## 程序结构 Program Structure

WEAP 由五个主要界面显示部分构成：图示、数据、结果、总览和注释。以下讨论这五个部分。

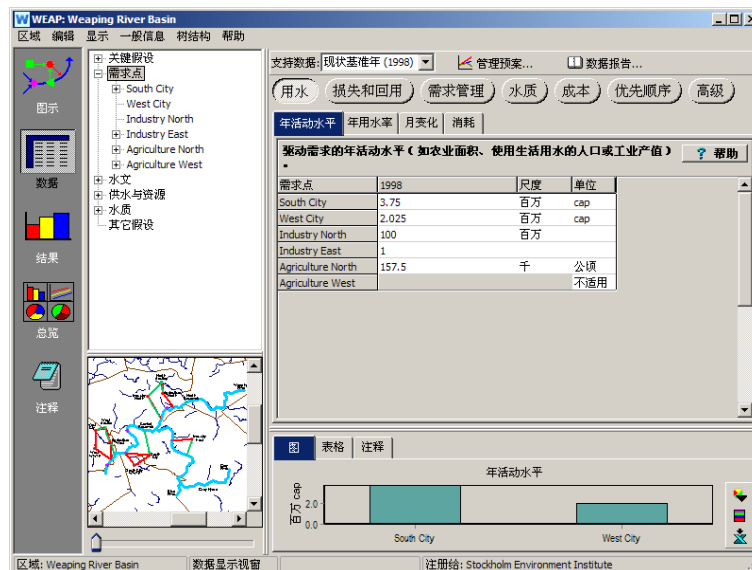
### 图示 Schematic:

“图示显示视窗”包含基于地理信息系统（GIS）的工具，用于帮助设置系统。“目标”（如需求节点、水库）可通过在菜单上拖放相应项目来生成并置放于系统中。ArcView 或其它标准 GIS 矢量或栅格文件可被作为背景图层添加到“图示”中。通过点击感兴趣的目标，用户可以迅速打开任何节点上的数据和结果。



### 数据 Data:

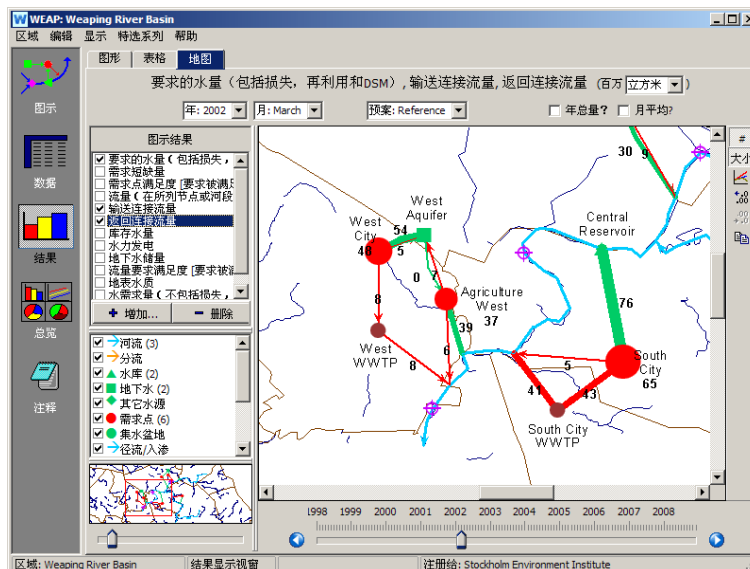
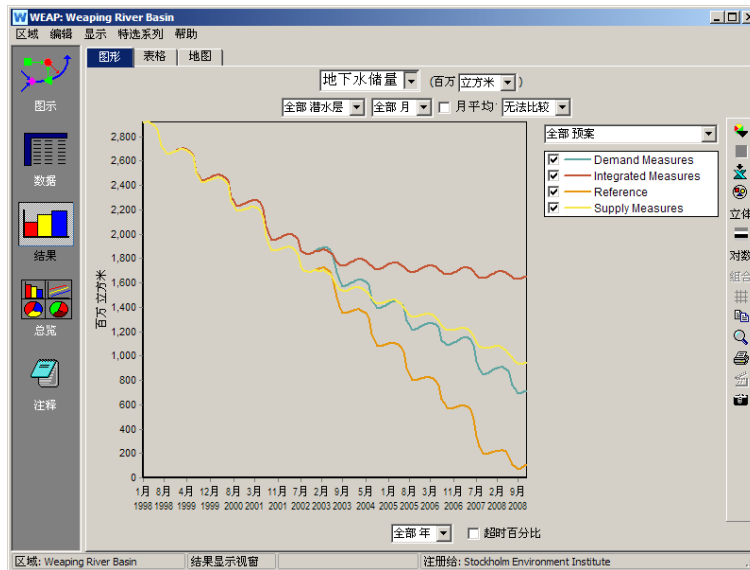
“数据显示视窗”允许用户生成变量和关系，输入假设和利用数学表达式形成预测，及到 Excel 的动态连接。





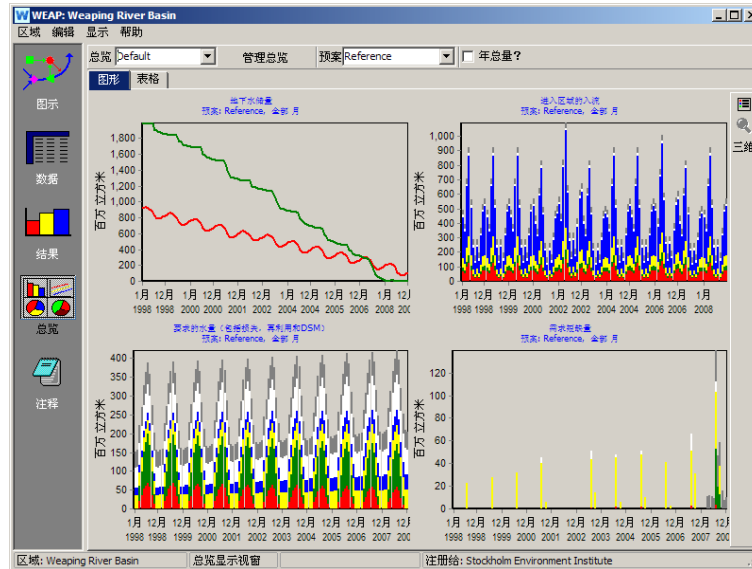
### 结果 Results:

“结果显示视窗”用于以图和表格形式及在图示上详细和灵活地显示模型输出结果。



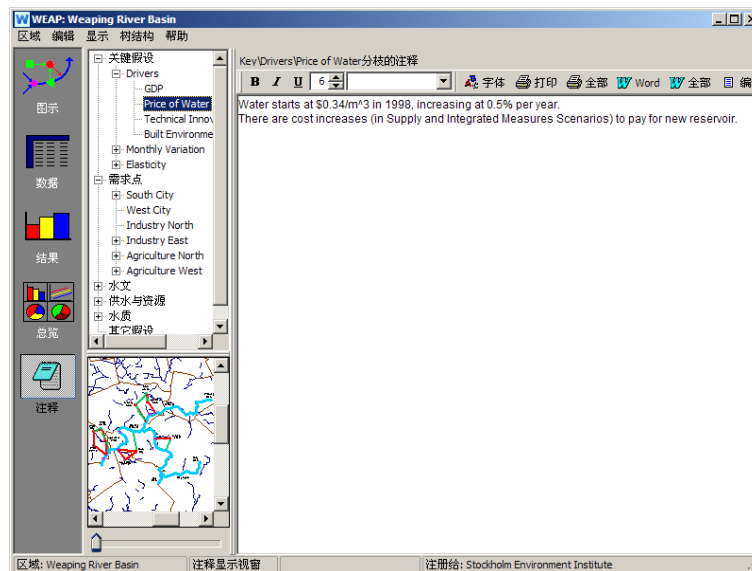
## 总览 Overviews:

用户可以以此突出系统的关键指标，帮助快速浏览。



## 注释 Notes:

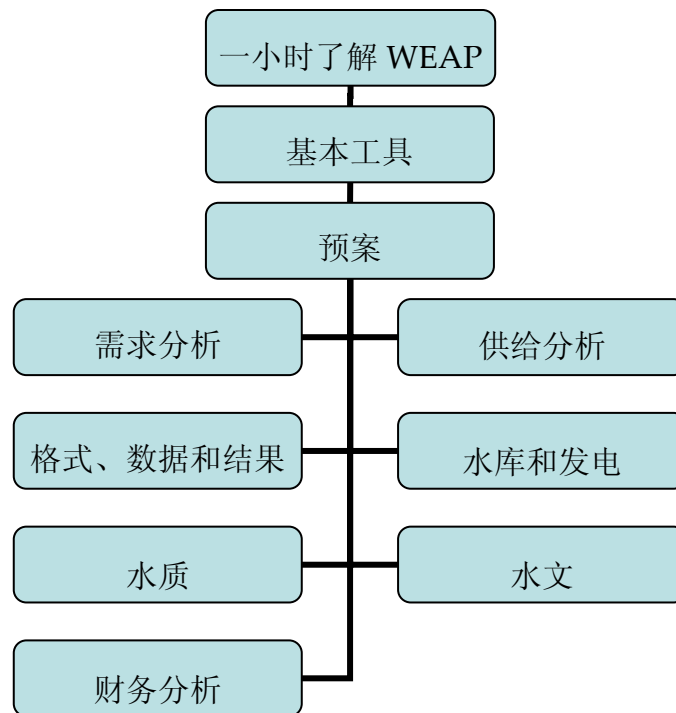
“注释显示视窗”为用户提供进一步解释说明数据和假设的场所。



## 指导练习结构 The Tutorial Structure

完整的指导练习导引用户熟悉 WEAP 的各种应用。前三个模块（一小时了解 WEAP、基本工具、预案）介绍任何 WEAP 模拟都需要涉及的基本要素。其它模块介绍更多的内容，这些内容并非每个用户都用得到。

除三个基本模块之外，其它指导练习模块的设计使得它们能以任何顺序完成并互相独立于彼此，顺序由用户自己决定。它们均以同一个完成前三个模块后形成的模型为开始。



下面为所有模块的清单（从三个基本模块开始）；列于其下的要点指出每个模块涉及的方面。

#### **一小时了解 WEAP *WEAP in one hour***

- 生成研究区域 *Creating a Study Area*
- 设置一般参数 *Setting General Parameters*
- 绘制模型 *Drawing the Model*
- 取得初步结果 *Getting first Results*

#### **基本工具 *Basic Tools***

- 生成和使用关键假设 *Creating and Using Key Assumptions*
- 使用表达式构建工具 *Using the Expression Builder*

### **预案 Scenarios**

- 为预案作准备 Preparing the Ground for Scenarios
- 生成参照预案 Creating the Reference Scenario
- 生成和运行预案 Creating and Running Scenarios
- 使用水文年法 Using the Water Year Method

### **精调需求分析 Refining the Demand Analysis**

- 分解需求 Disaggregating Demand
- 模拟需求端管理、损失和回用 Modeling Demand Side Management, Losses and Reuse
- 设置需求分配优先顺序 Setting Demand Allocation Priorities

### **精调供给 Refining the Supply**

- 改变供给择优顺序 Changing Supply Priorities
- 模拟水库 Modeling Reservoirs
- 添加流量要求 Adding Flow Requirements
- 模拟地下水资源 Modeling Groundwater Resources

### **格式、数据和结果 Format, Data and Results**

- 交换数据 Exchanging Data
- 输入时间序列 Importing Time Series
- 整理结果 Working with Results
- 调整格式 Formatting

### **水库和发电 Reservoirs and Power Production**

- 模拟水库 Modeling Reservoirs
- 增加水电计算 Adding Hydropower Computation
- 模拟过水河流电站 Modeling Run-of-River Power Plants

### **水质 Water Quality**

- 设置质量模拟 Setting up Quality Modeling
- 输入水质数据 Entering Water Quality Data
- 使用入流水质约束 Using Water Quality Inflow Constraints
- 为需求点输入产生的污染数据 Entering Pollution Generation Data for Demand Sites

- 模拟污水处理厂 Modeling a Wastewater Treatment Plant

**水文 Hydrology**

- 模拟集水盆地：降雨径流模型 Modeling Catchments: the Rainfall Runoff Model
- 模拟集水盆地：土壤湿度模型 Modeling Catchments: the Soil Moisture Model
- 模拟地表水-地下水交互作用 Simulating Surface Water-Groundwater Interaction



---

# WEAP

水资源评估和规划系统

# 一小时了解 WEAP in One Hour

## 针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

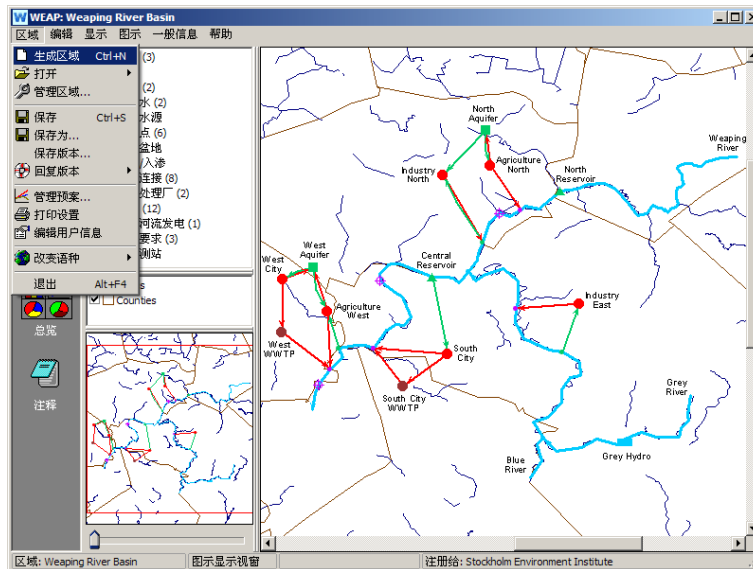
<i>生成新的空白研究区域 Creating a New, Blank Study Area.....</i>	<i>16</i>
<i>设置一般参数 Setting General Parameters.....</i>	<i>20</i>
<i>在图示中加入要素 Entering Elements into the Schematic .....</i>	<i>22</i>
<i>取得初步结果 Getting first Results.....</i>	<i>35</i>

November 2007

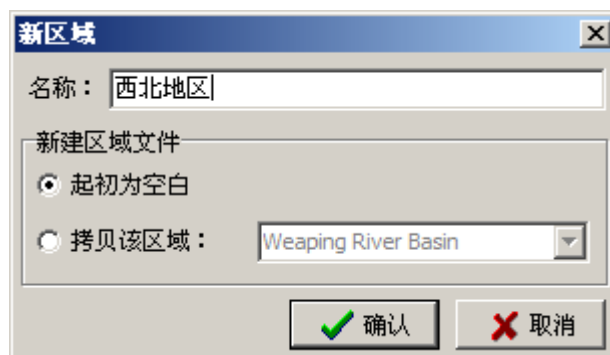
# 生成新的空白研究区域 Creating a New, Blank Study Area

## 1. 建立一个新的空白区域 Establish a New, Blank Area.

这里将要练习生成一个新的空白区域。第一次打开 WEAP 时，一个称作“Weaping River Basin”的项目区域将出现在屏幕上。使用“区域 / 生成区域”菜单选项建立一个新的空白区域。

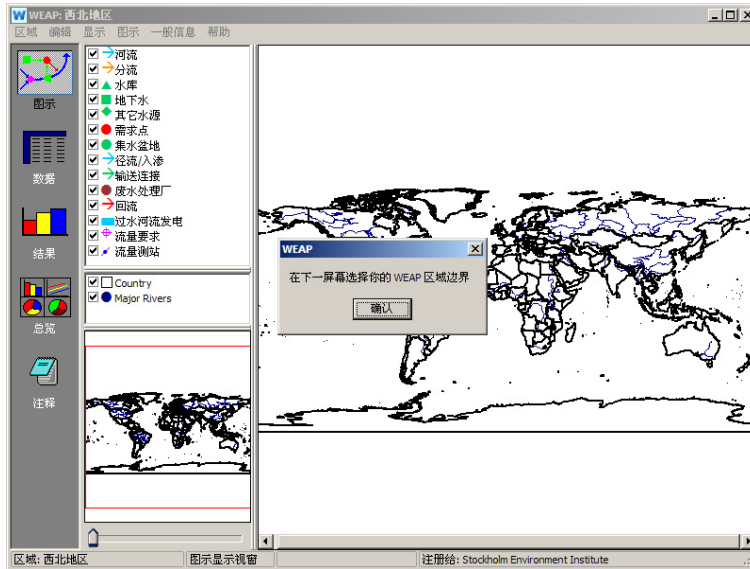


屏幕上将出现一个如下所示的对话框。请选择“起初为空白”选项。下一步需要定义该区域的具体地理位置 – 可以以此为该区域命名（如“西北地区”）。

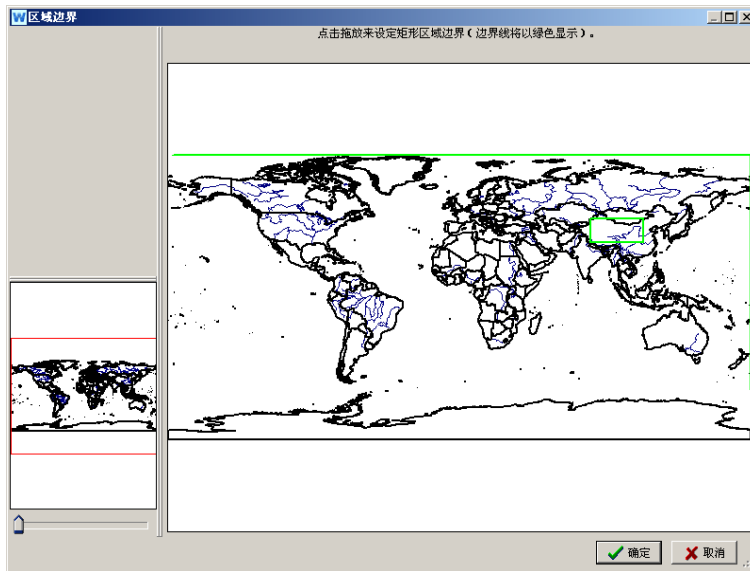


按“确认”按钮后，出现如下提示：

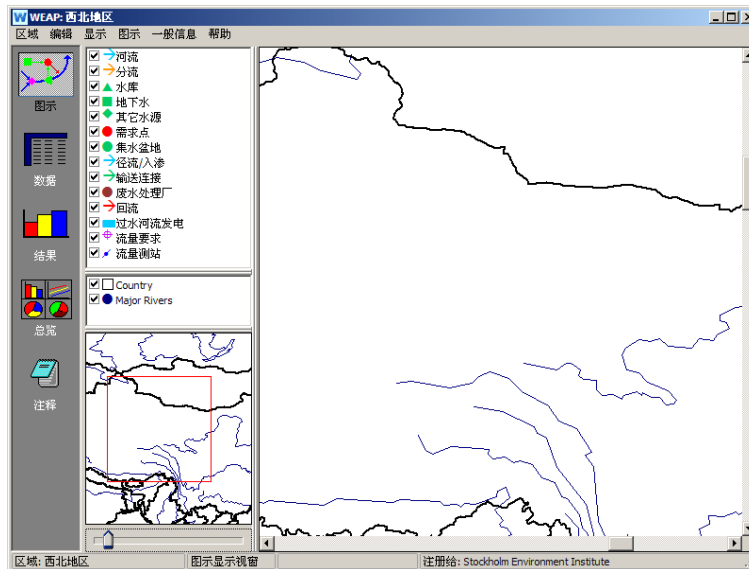




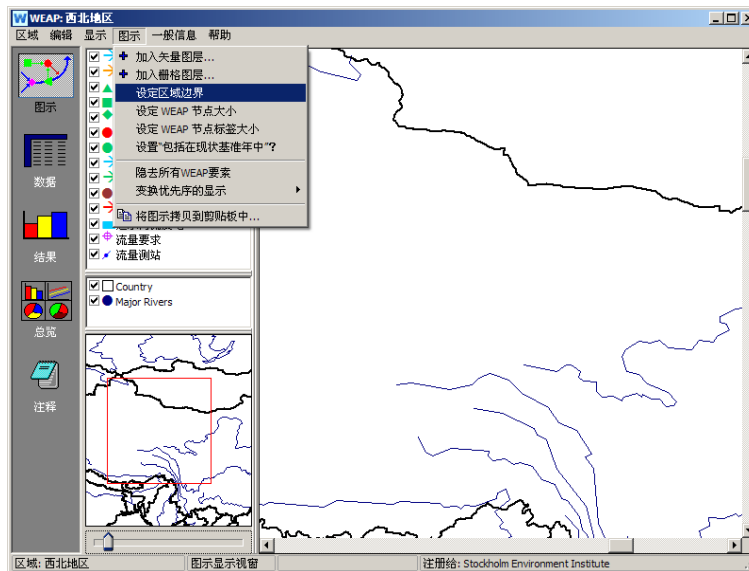
再按“确认”。然后从屏幕上显示的世界地图上选择你的项目所在的地理区域。在拟选区域的一角按下鼠标左键并拖至欲定义的矩形区域上对角线方向的另一角放开鼠标按钮。此时围绕该区域出现一个绿色矩形框。



如果对区域边界定义满意，按“确定”按钮。之后可以使用视窗左下角的滑标放大该区域地图。



注意此后仍可使用视窗顶部主菜单中“图示”下拉菜单上的“设定区域边界”选项来修改区域边界。



在 WEAP 中，模型被称作“区域”。

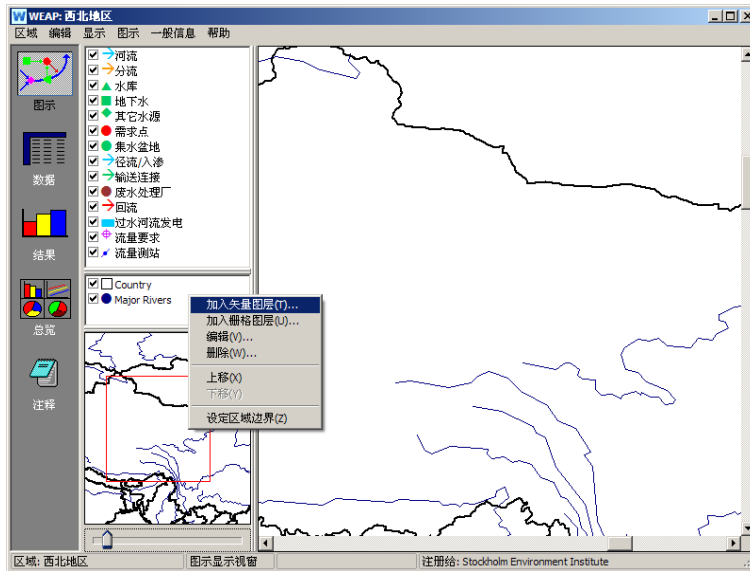


区域受边界限制，边界则定义项目区的范围。如果通过拷贝一个已有区域生成新区域，新区域的边界与已有区域的完全一致。新区域建立之后再需要修改边界时，在“图示”菜单中选择“设定区域边界”。

如果希望定义一个完全“空白”的区域，可以按以上步骤选择一个覆盖海洋而非陆地的地理区域。

## 2. 为区域添加 GIS 图层 Add a GIS layer to the Area

可以为项目区加入栅格和矢量的 GIS 图 – 这些地图可以帮助定向和构建系统及细调区域边界。为加入栅格或矢量图层，在图示左侧三个子视窗的中间一个中右击鼠标按钮，选“加入栅格图层”或“加入矢量图层”。



在其后出现的对话框中输入该图层文件的名称及其在计算机中或网络上的位置。

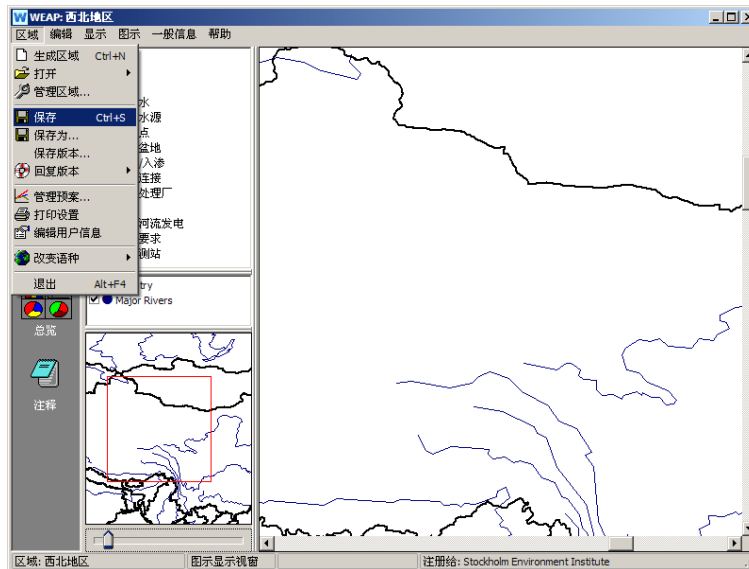
可以通过点击“加入矢量图层”来添加背景矢量数据。WEAP 接受 SHAPEFILE 格式的矢量数据。大部分 GIS 软件都可生成该文件格式。



网络上可以找到大量包含地理参考坐标的数据（矢量和栅格格式都有），有时免费提供。可以从 [www.geographynetwork.com](http://www.geographynetwork.com) 或 [www.terraserver.com](http://www.terraserver.com) 等网址开始搜索。注意有些下载的数据可能需要经过 GIS 处理才能用于 WEAP，特别是需要改变投影和/或坐标系。

## 3. 保存区域 Saving an Area

如果希望保存区域文件，选“区域 / 保存...”菜单选项或按 Ctrl+S。



## 设置一般参数 Setting General Parameters

接下来将了解如何操纵 WEAP 及 WEAP 的功能。本指导练习接下来的所有练习将使用一个预先定义的区域“Tutorial”。

要打开该区域，在主菜单上“区域”中选“打开”。出现的区域清单上应包括“Tutorial” – 选该区域。

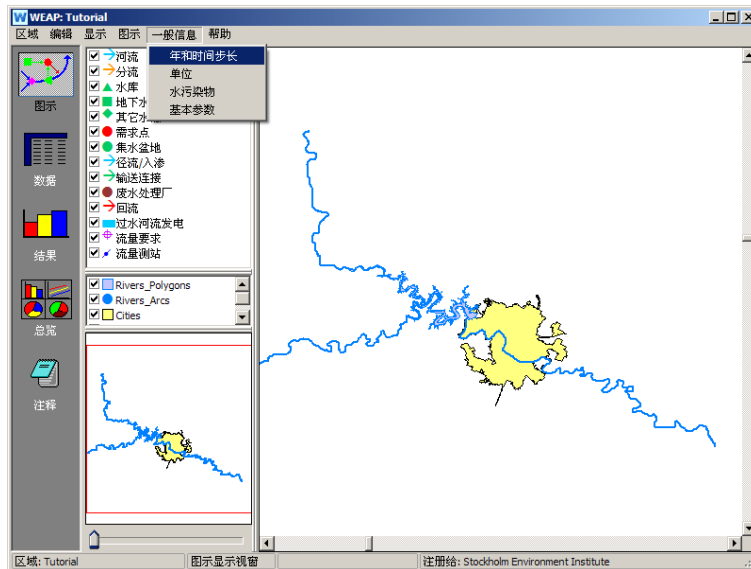
### 1. 设置一般参数 Set the General Parameters

区域打开后，选“一般信息”菜单设置“年和时间步长”及“单位”。

*模拟 2000 年，选每年 12 个时间步长，以日历月为基础以及从 1 月份开始。设置将产生预案的时间范围为 2000 年到 2005 年*



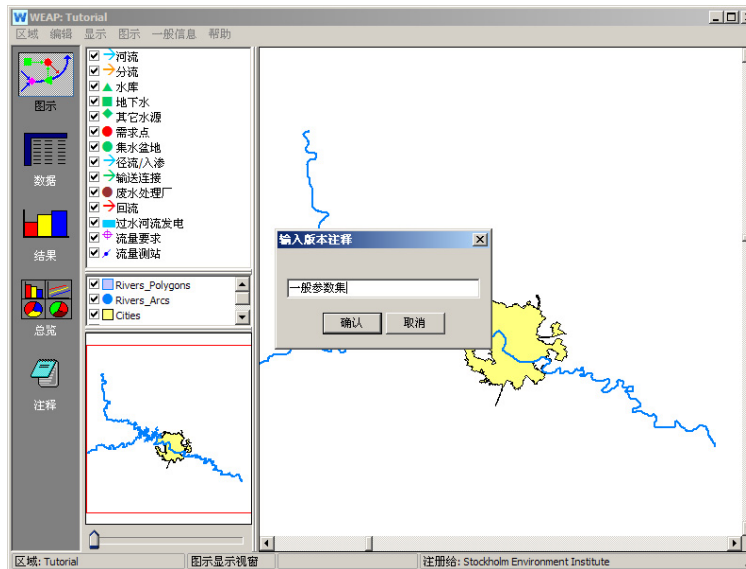
在该项目中，2000 年将作为“现状基准年”。现状基准年被用作模拟的基础年，所有系统信息（如需求、供给数据）都被输入现状基准中。所有预案将建立于现状基准数据集之上，提出现状基准年之后的未来年份系统的可能变化。在缺省预案“Reference 预案”中，整个项目阶段（本例中为 2000 到 2005 年）都保持现状基准的数据情况，以此与其它预案相比较。在其它预案中系统数据可以变动。在后面的一个模块中将有关于预案的更详细的讨论。



时间步长的选择应反映可用数据的精确水平。较短的时间步长将增加计算时间，特别是当同时计算几个预案时。

## 2. 保存区域的一个版本 Save a version of your Area

在“区域”菜单中选择“保存版本”。在随后出现的对话框中输入描述该版本的注释。在这里键入“一般参数集”。



如同使用其它程序一样，在 WEAP 中也最好定期保存前面的工作。WEAP 自动管理所有与区域有关的文件。保存一个新区域将自动保存相关的文件。这些文件存于 WEAP 程序安装文件夹中。用户可以通过“区域 / 管理区域”菜单选项来管理、输入和输出、备份区域和通过电子邮件传送区域。

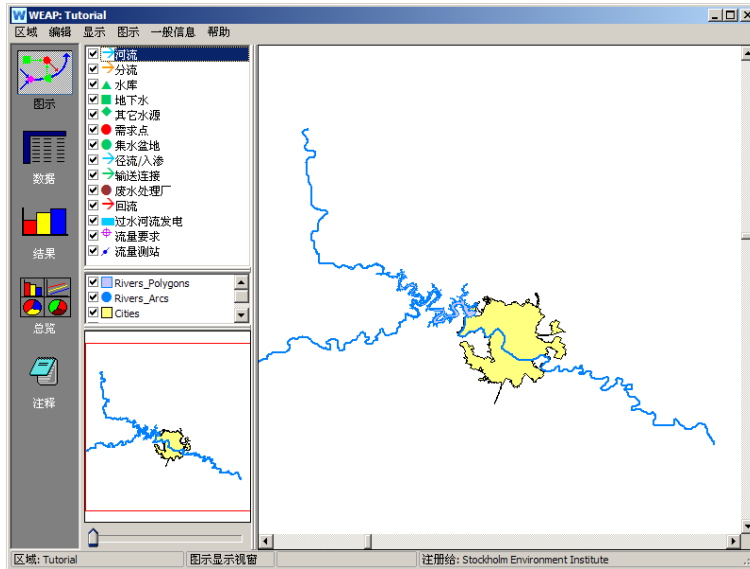


WEAP 还有一个非常方便的保存同一区域不同版本模型的功能。用“区域 / 保存版本”菜单选项来保存某一版本、和“区域 / 回复版本”来转至另一版本。用户可以在新旧版本之间转换而不丢失数据。WEAP 在每次存盘操作时都会自动生成不同版本的模型，但手工生成某一确实希望保存的状态的版本则更好，因为 WEAP 为节省磁盘空间会逐渐删除老的自动保存的版本，仅保留几个相对新的。

## 在图示中加入要素 **Entering Elements into the Schematic**

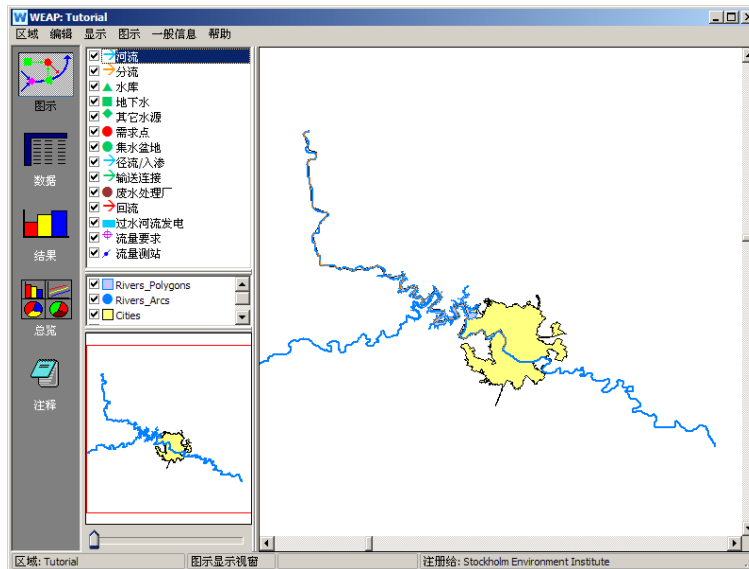
### 3. 描绘一条河流 **Draw a River**

在“要素”子窗口中（图示左边的三个子窗口中最上面的一个）“河流”符号上按下鼠标左键，将光标移至图上左上方主要河段起点，放开鼠标左键。移动鼠标，可见从起点出发有一条线。

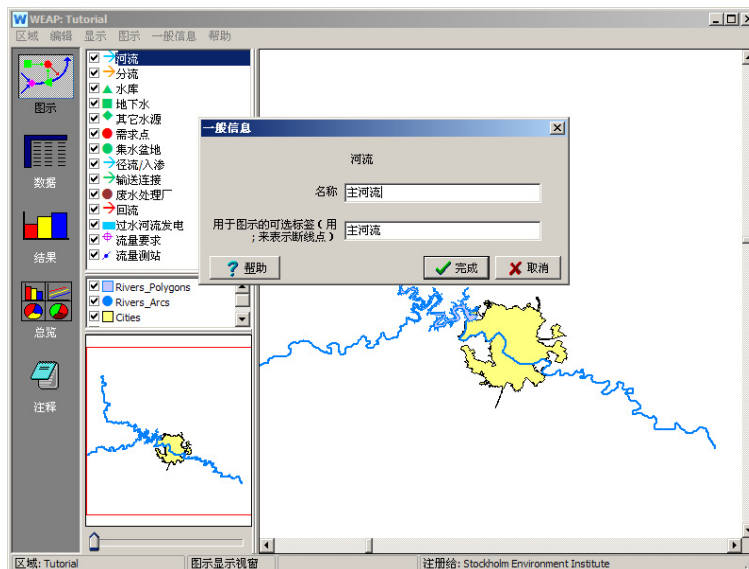


必须注意描绘的方向：描绘的第一个点是河的源头，水从这里流入。后面对河道的编辑可以通过在河上按下鼠标左键 - 移动来生成新的点，或右击任何点来删除它。

沿主河道从上游（左上方）到下游（右下方）描绘，每到一处转折点按一次鼠标左键。可以尽可能准确地追踪背景图上的河道，也可以去掉细节而作不尽详细的描绘（如下）。但注意，所描绘的河道与实际河道的差别大小将影响WEAP中某些功能的表现。例如，如果计划模拟沿河的水质参数，若能使河流要素的构建尽可能接近实际河道情况则更为有利，因为WEAP在进行水质模拟时需要计算污染物在河流中的滞留时间（滞留时间是河段长度的函数）。若希望尽可能准确地描绘河道曲线，可放大沿河部位（用图示视窗左下方的缩放滑标）。不需要描绘从左边水平插入的支流。以后若希望增加更多的细节，仍可调整河道。

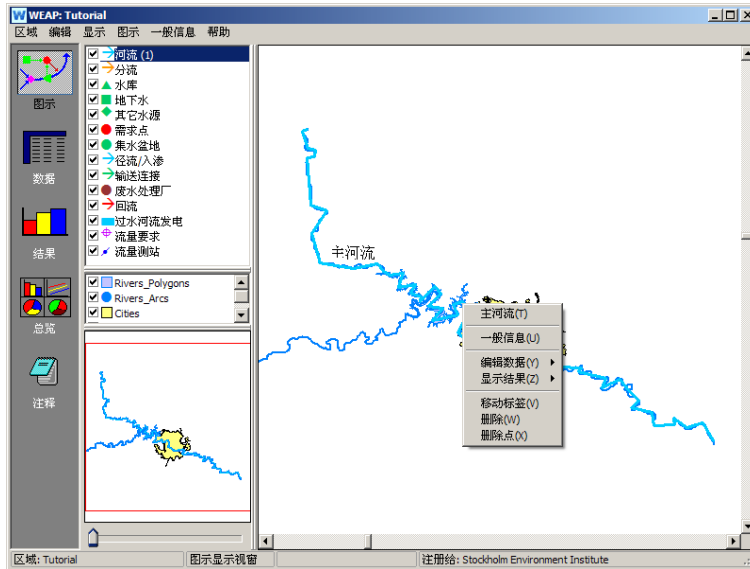


双击完成河流的描绘。此时出现如下对话框，用于为河流命名。  
命名该河为“主河流”（Main River）。



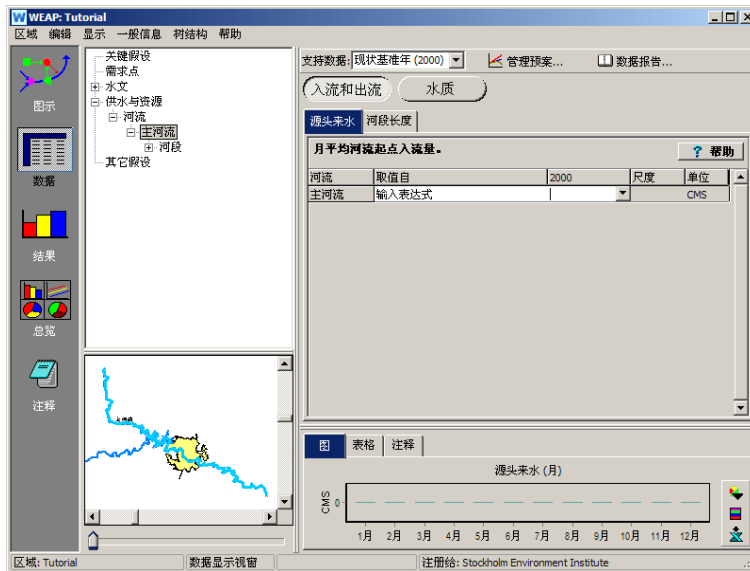
也可另外输入用于图示的可选标签（简短标签可以使图示不甚混乱）。  
可以通过在河流的任何位置上右击鼠标键并选“移动标签”来将河流的标签移至其它位置。标签将随光标移动 – 在合适位置处单击鼠标键来重新放置标签。



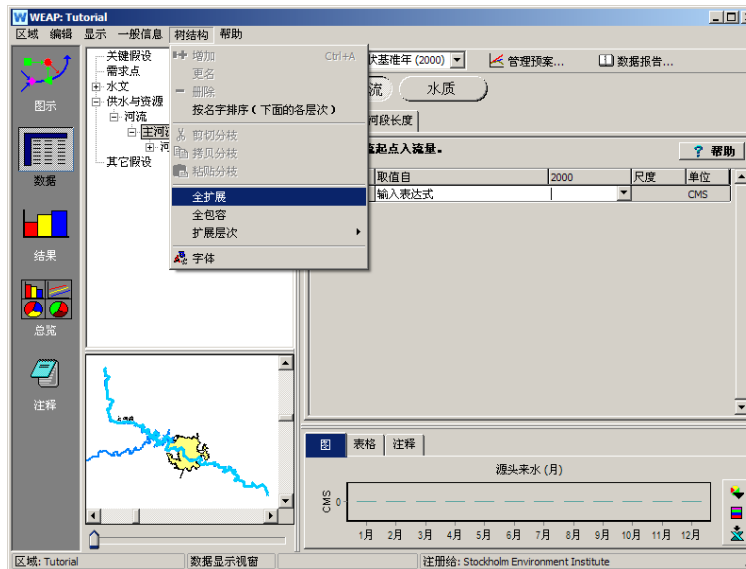


#### 4. 为“主河流”输入数据 Enter Data for the Main River

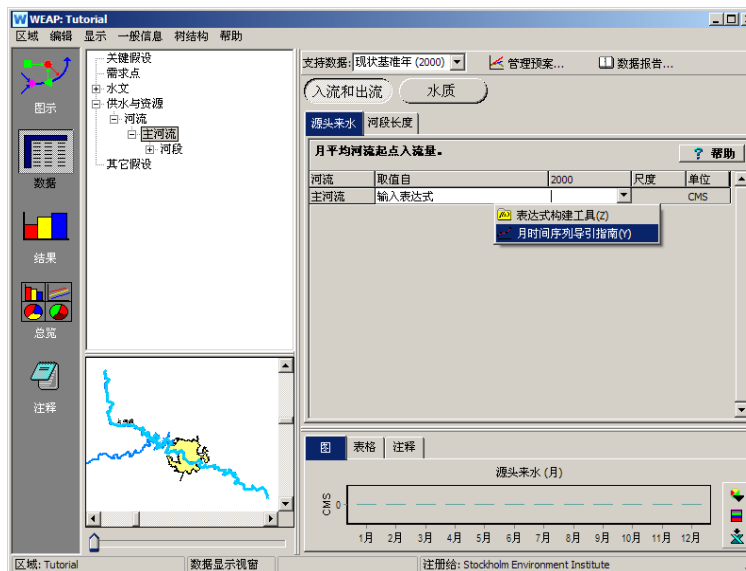
为给主河流输入和编辑数据，在河流位置上右击鼠标键并选“编辑数据”下的清单中的某一项，或通过点击主屏幕最左边视窗框中的“数据”符号切换到“数据显示视窗”。在数据树上选：**供水与资源 / 河流 / 主河流**。点击“供水与资源”分枝旁边的加号来查看树结构中该分枝的所有其它下属分枝。



也可以选“树结构”下拉菜单中的“全扩展”来查看所有分枝。



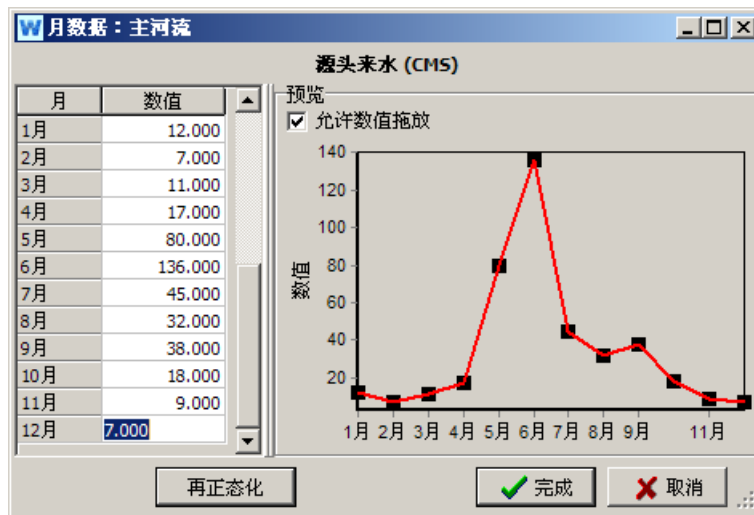
此时“入流和出流”窗口应该打开 – 如果没有，点击相应按钮。点击“源头来水”标签。点击数据输入窗口中标为“2000”的条块之下的位置来打开下拉菜单，并选“月时间序列导引指南”。



使用“月时间序列导引指南”输入如下数据系列：

月	流量数值(CMS)
1月	12
2月	7
3月	11
4月	17
5月	80

6 月	136
7 月	45
8 月	32
9 月	38
10 月	18
11 月	9
12 月	7



注意当输入各数据点时，数据同时以图形形式显示。暂时不要输入或改动任何其它数据。

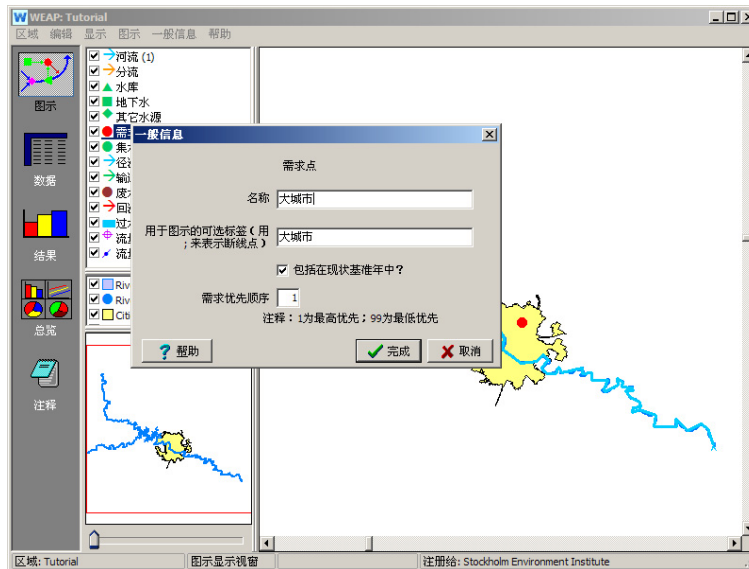


WEAP 将河流分成河段（段）。起初河流只有一个河段；用户加入取水和回流点时，WEAP 将自动生成新的河段。

## 5. 生成城市需求点和输入相关数据 Create an Urban Demand Site and Enter the Related Data

生成需求点的过程与前面建立河流的过程相似。返回“图示显示视窗”并从要素窗口中将需求节点的符号拖至图示之上，在黄色标注的城市范围内河流的左岸（朝下游方向）放开鼠标键。

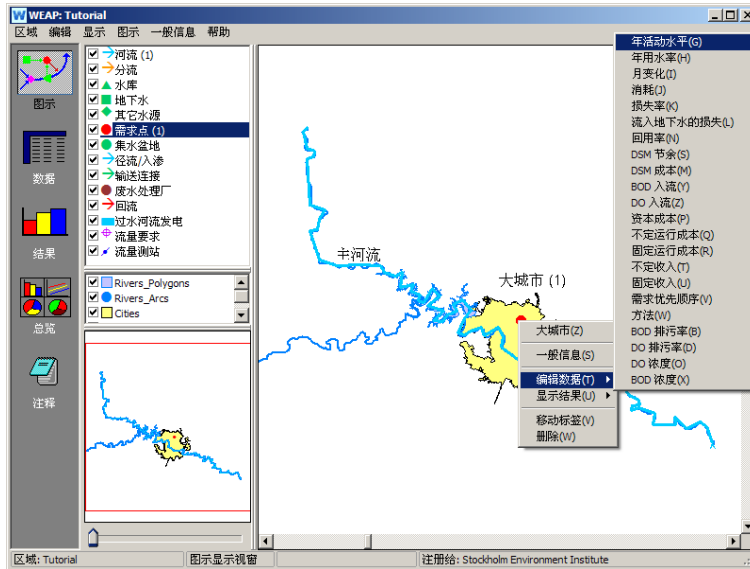
*在对话框中输入需求节点名“大城市”（Big City），并将需求优先顺序设为1。*



右击“大城市”需求点选“编辑数据 / 年活动水平”。这是编辑数据的一种方式。也可以通过点击主屏幕最左边视窗框中的“数据”符号转换到“数据显示视窗”并在数据树结构中找到相应项目来编辑。



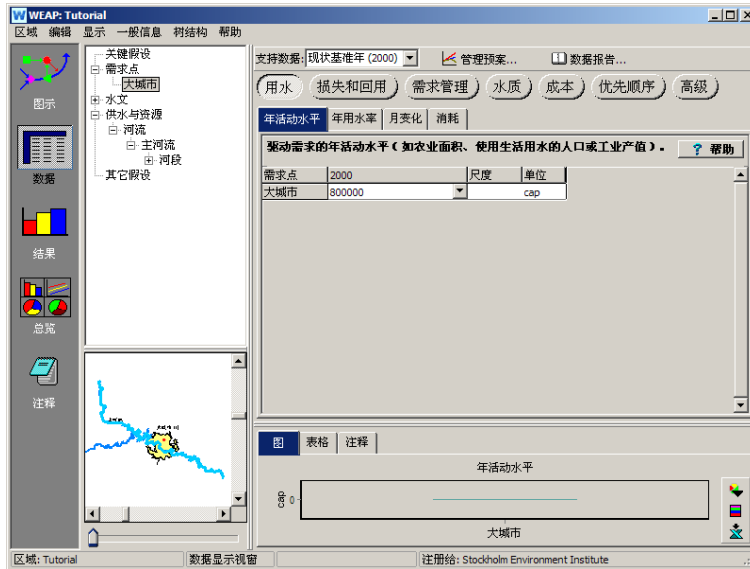
需求优先顺序代表在多个需求点之间分配有限资源的优先顺序。WEAP 首先试图给所有具有最高需求优先顺序的需求点供水，然后再为具有较低需求优先顺序的点供水，直到所有需求均得到满足、或所有资源用尽（依哪种情况先发生而定）。



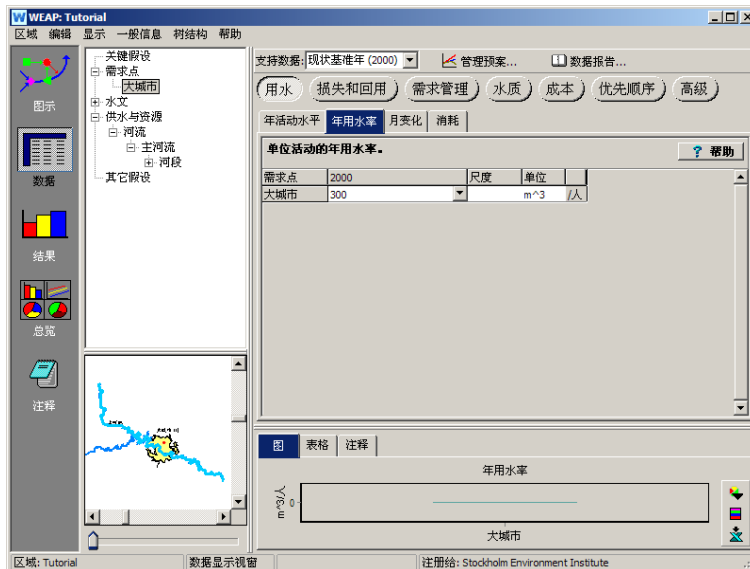
输入数据之前必须首先选择“单位”。打开“活动单位”窗口，选“人”，按“确认”钮。



在标记为“2000”的条块之下的输入框中设年活动水平为800000。



然后点击“年用水率”标签，在标记为“2000”的条块之下的输入框中输入300。



最后点击“消耗”标签并输入15。注意这里单位已经预设为“%”。



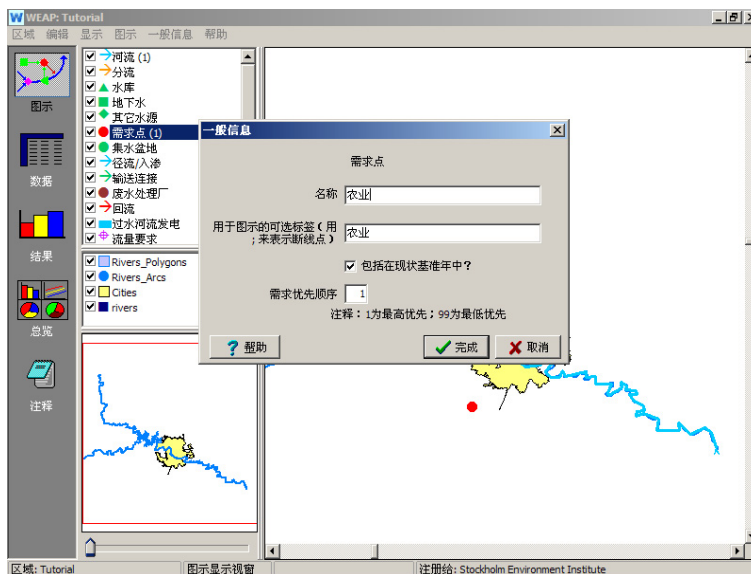
消耗代表实际消费掉的水量（即不以废水形式回流的水量）。



## 6. 生成农业需求点 Create an Agriculture Demand Site

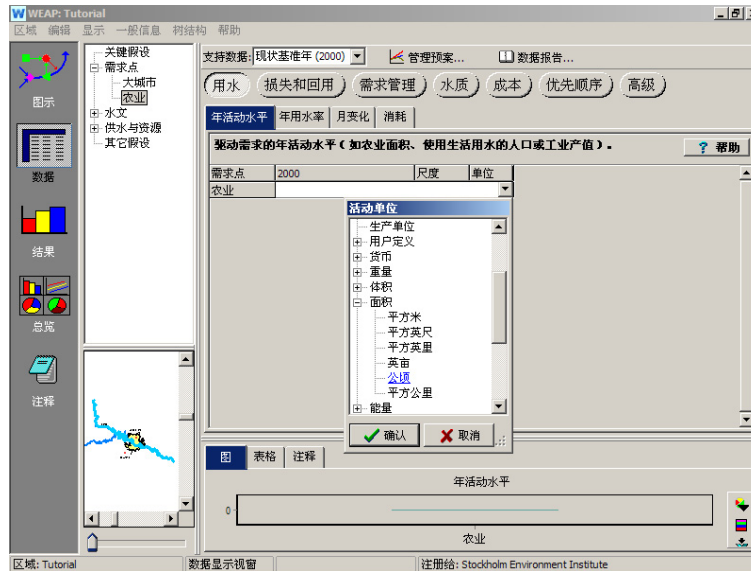
再次点击需求节点符号并拖至项目区，在“大城市”下游的“主河流”的另外一边放开鼠标键。

给该需求节点命名为“农业”，设需求优先顺序为1。



如同对待“大城市”一样，在数据显示视窗中选定“公顷”为单位后（点击活动单位窗口中树结构下的“面积”左边的加号以找到所需单位），为“农业”需求点输入“年活动水平”和“年用水率”。

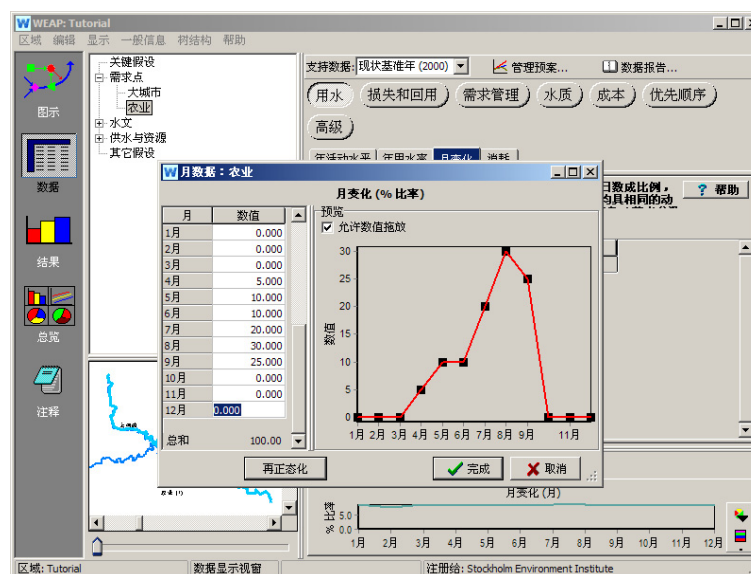
年活动水平                      100,000 公顷  
 年用水率                         3,500 立方米/公顷



选“月变化”标签和“月时间序列导引指南”输入用水率月变化的如下数据。

月变化:

- 4 月 5%
- 5 月和 6 月 10%
- 7 月 20%
- 8 月 30%
- 9 月 25%
- 年内其它月份 0%



最后点击“消耗”标签并输入 90。





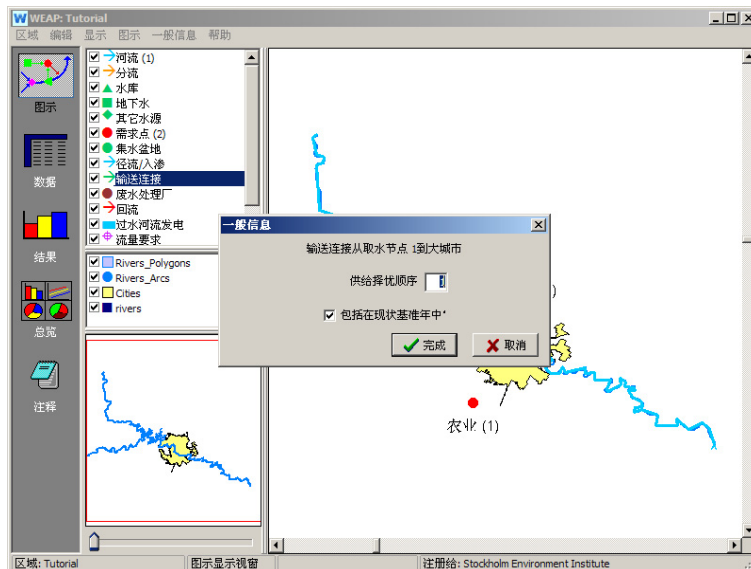
月变化以年总量的百分比来表示。年内各月数值之和必须为 100%。如果没有指定月变化方式，WEAP 将根据各月的日数给出月变化。

前面本来也可以生成一个结合城市和农村需求的单一的需求点。但是这样将限制分配供水优先数字方面的灵活性。这一点以后将会明了。

## 7. 连接需求和供给 **Connect the Demand with a Supply**

现在需要指示 WEAP 如何满足需求；这将通过把水源与每个需求点连接起来来实现。返回“图示显示视窗”并生成从“主河流”到“大城市”和“农业”之间的输送连接。首先拖拉“输送连接”符号至到河流上的某个位置，放开鼠标键，然后把连接拖至“大城市”并在该需求点上面双击鼠标键。对“农业”需求点重复同样的步骤，但“输送连接”的起点应在“大城市”输送连接起点的下游。

为每个“输送连接”选“供给择优顺序”1。

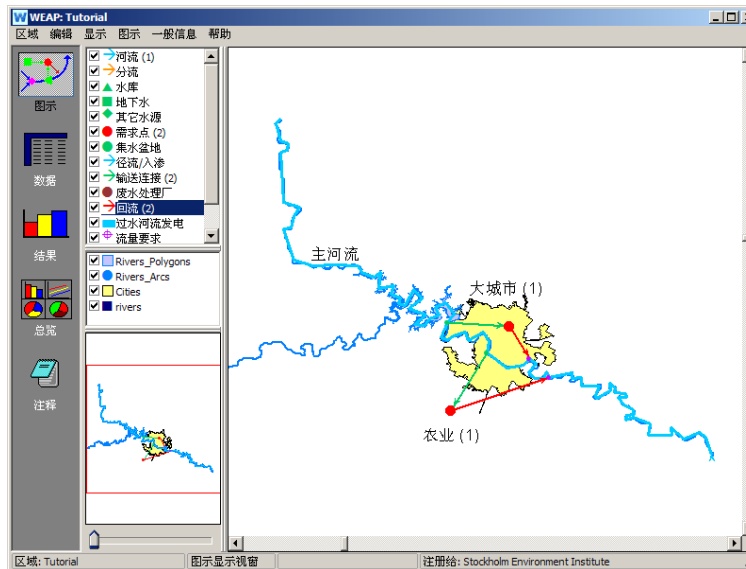


供给择优顺序参数允许用户定义在给某一需求点供水时，哪个水源应被优先采用。WEAP 将试图以具备最高供给择优顺序的水源来满足全部需求，仅在供给择优顺序高的水源供水不足时启用供给择优顺序较低的水源。

## 8. 生成回流连接 **Create Return Flow Links**

现在从“大城市”到“主河流”生成一个“回流”，并为“农业”也生成到“主河流”的回流。像生成“输送连接”时一样，使用“拖放”步骤来完成。

城市需求点的回流应置于农业取水点的下游。流向上，顺序应该是：“大城市”取水、“农业”取水、“大城市”回流、“农业”回流。

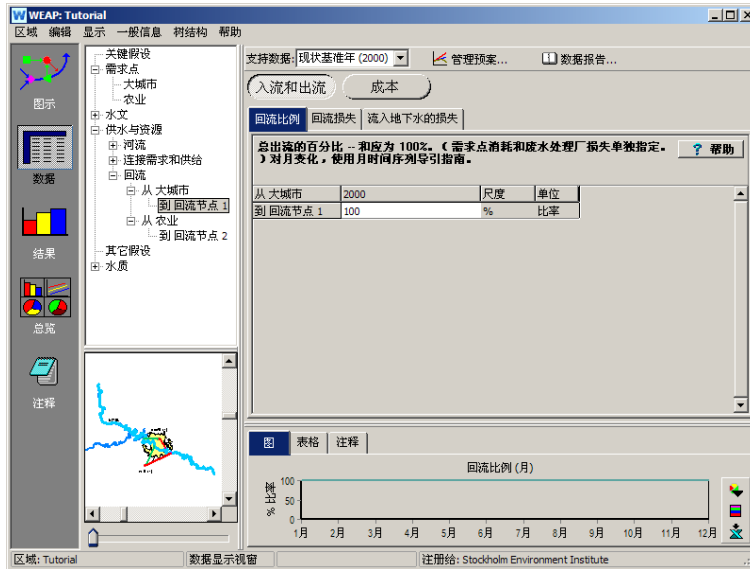


下一步，为“大城市”的“回流”设置“回流比例”。通过右击“回流连接”并选“编辑数据 / 回流比例”或到“数据显示视窗 / 供水与资源 / 回流 / 从大城市”之下。对“农业”回流重复这些步骤。

设“回流比例”为100%。

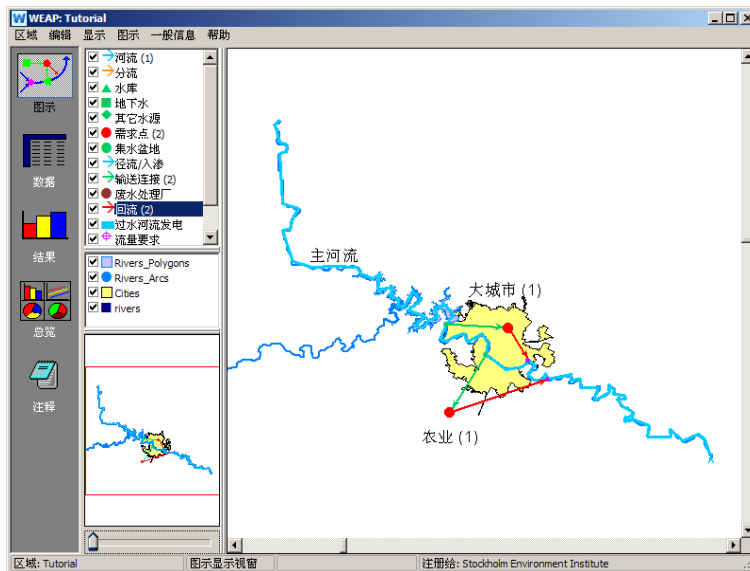


“回流比例”是需求点的总出流中流入某个“回流连接”的百分比。如果需求点仅有一个“回流连接”，那末该连接的“回流比例”为100%。同样，如果需求节点有多个“回流连接”，各连接的比例因子之和应为100%。“回流连接”的损失单独指定。



## 9. 检查模型 Check your Model

至此，模型应与下图相似。



# 取得初步结果 Getting First Results

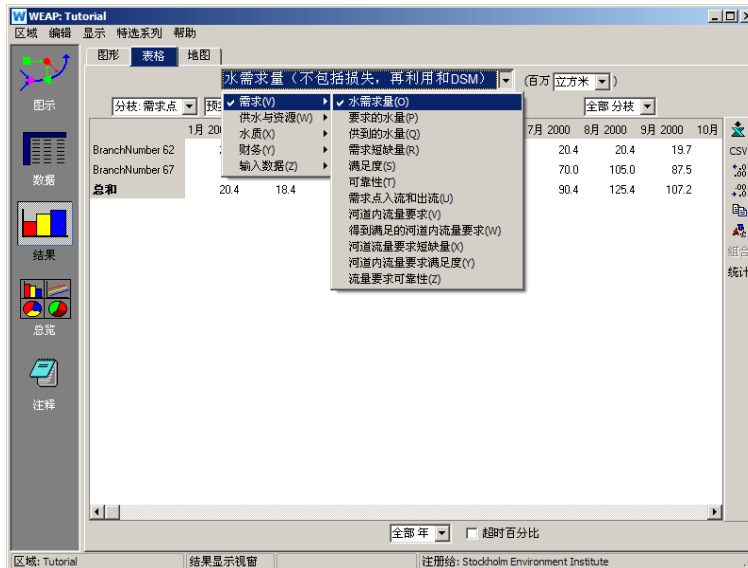
## 1. 运行模型 Run the Model

点击“结果”显示视窗开始计算。被问及是否重新计算时，点击“是”。此时将为“参照预案”（为项目指定的时段上即 2000 到 2005 年利用现状基准信息产生的缺省预案）计算整个模型。计算结束时，“结果”显示视窗打开。



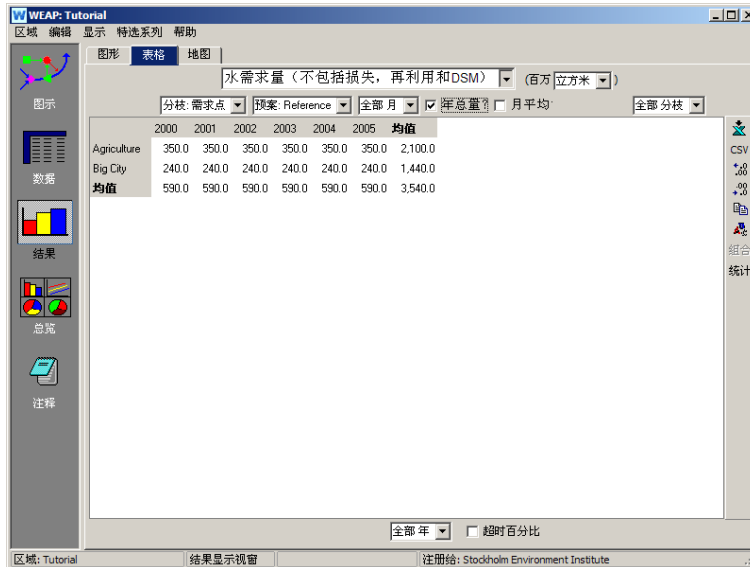
## 2. 检查结果 Check your Results

点击“表格”标签并选窗口顶端中部主变量下拉菜单中“需求 / 水需求量”（见下图）。点击“年总量？”选择框。



如果用户已经按照前面步骤输入所有数据，则应该得出如下的参照预案下 2000 到 2005 年的年需求值:

农业年需求      350 M m<sup>3</sup>  
 城市区年需求    240 M m<sup>3</sup>

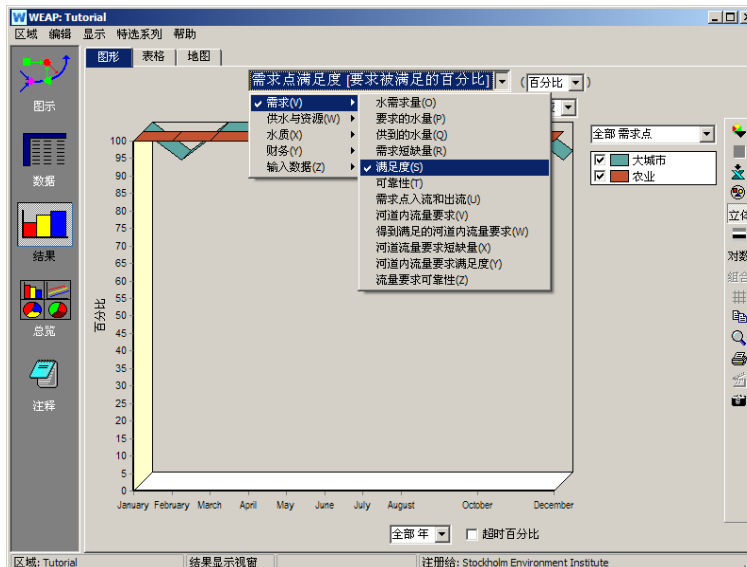


如果结果与上述值不符，回到“数据”显示视窗检查输入值。

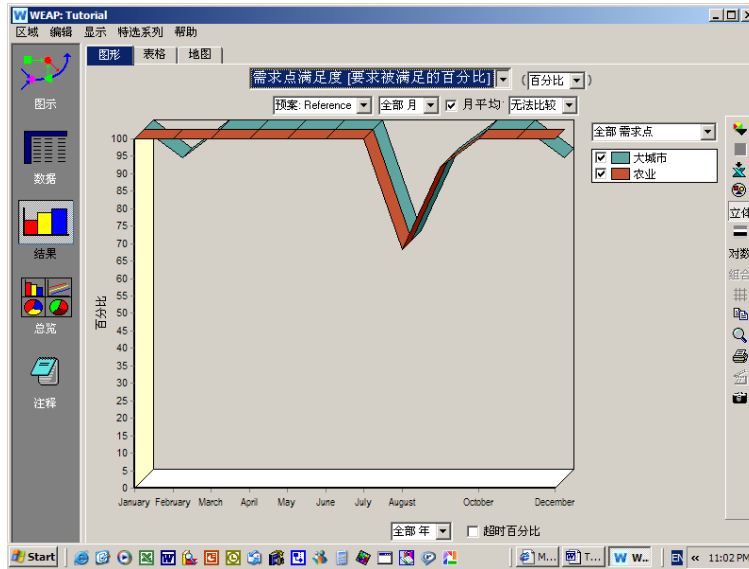
如果遇到错误或警告信息，请仔细阅读，因为这些信息可能揭示输入数据的什么地方出现了差异，或错过了哪个步骤。

### 3. 查看其它结果 Look at Additional Results

现在查看图形中月需求满足度情况。点击“图形”标签，从窗口顶端中部主变量下拉菜单中选“需求 / 满足度”



选择窗口右侧工具条上的“三维”选项改变图形格式，确保从图形上面的输入框下拉菜单中选择“全部月”（并点击选择“月平均？”选项）。图形应该如下图。



12 月和 2 月当河中流量很小时，“大城市”缺水，需求无法满足。农业仅在 8 月和 9 月作物需水最多时供水短缺。



用户可自行全面定制 WEAP 图形的显示方式，也可以使用图形右侧工具条上的选项来打印或将图形拷贝到剪贴板上。

---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 基本工具 Basic Tools

针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

<i>生成和使用关键假设 Creating and Using Key Assumptions</i> .....	40
<i>使用“表达式构建工具” Using the Expression Builder</i> .....	43

November 2007

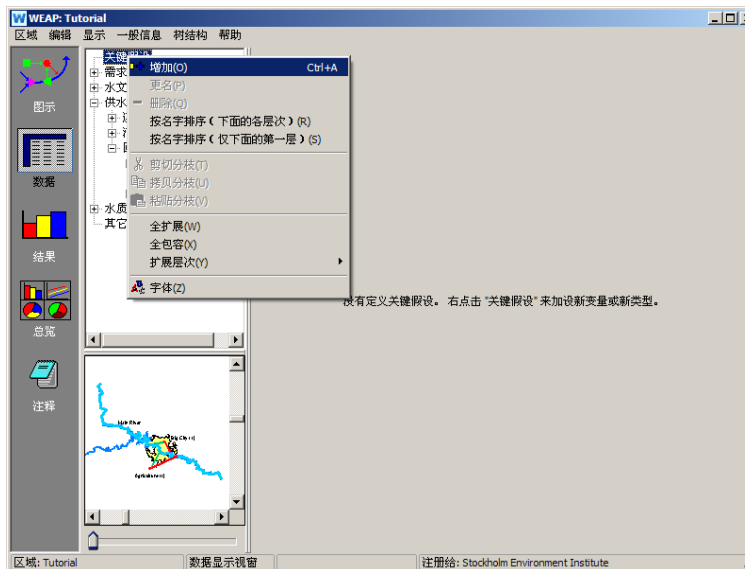
**注意Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”）或具备 WEAP 的基本知识（生成区域、绘制模型、输入基本数据、获取初步结果）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for ‘Basic Tools’ module”的版本来开始该模块。

# 生成和使用关键假设 Creating and Using Key Assumptions

## 1. 使用关键假设 Using Key Assumptions

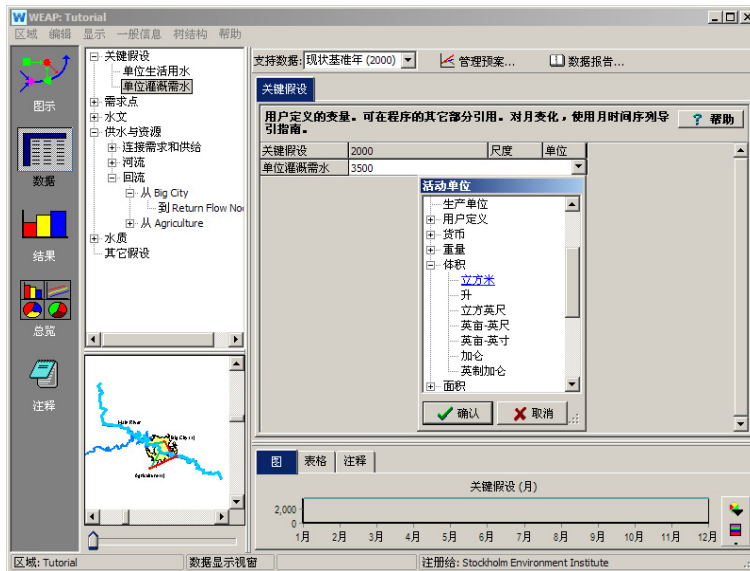
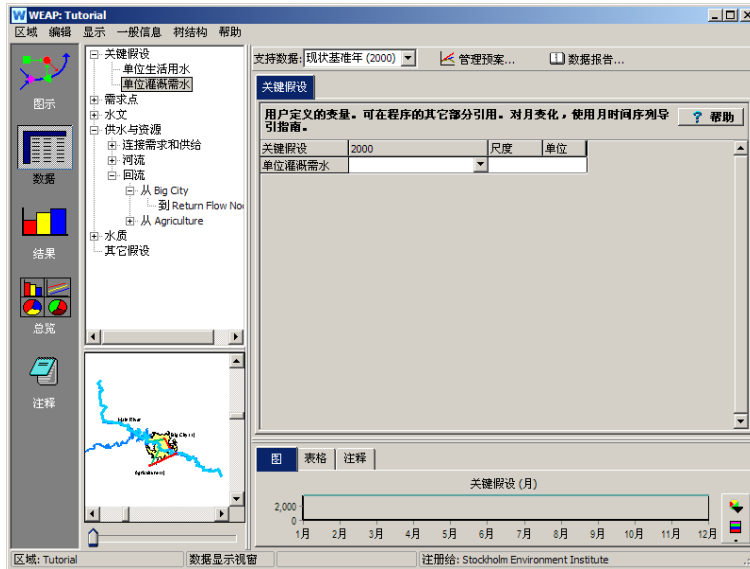
“关键假设”通过右击“数据”显示视窗中“数据树”的“关键假设”分枝来生成。选择“增加” – 由此将在“关键假设”分枝之下生成一个新的“关键假设”变量。



生成和命名以下“关键假设”（从“单位”下拉菜单中选择恰当的单位）：

单位生活用水	$300 \text{ m}^3$
单位灌溉需水	$3,500 \text{ m}^3$



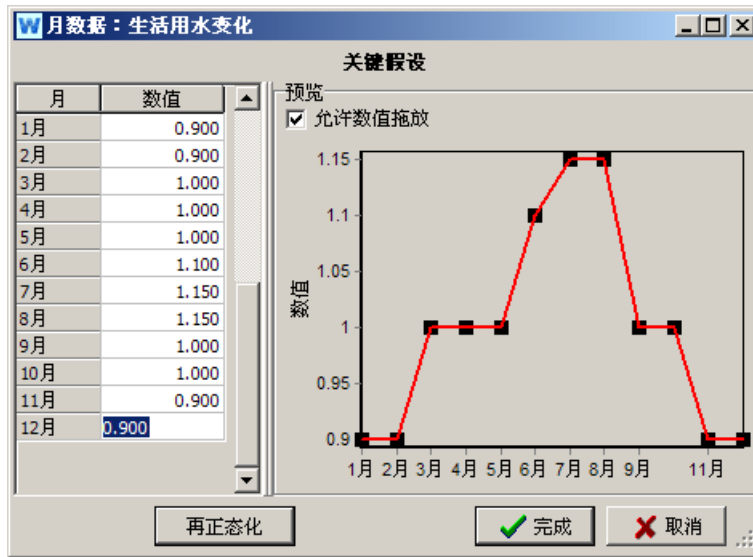


对于“关键假设”来说，保证为“关键假设”变量所设单位与数据树中其它部分出现的同一变量的单位一致很重要。

生成另一个“关键假设”：“生活用水变化”，无单位。使用“月时间序列导引指南”输入如下数据：

生活用水变化

- 1月、2月、11月、12月      0.9
- 3月到5月、9月到10月      1.0
- 6月      1.1
- 7月、8月      1.15



当模型包含大量同类目标（如需求点）时或进行预案分析时，特别值得使用“关键假设”。这种情况下，可以很容易地为全部需求点设置同一单位生活用水消耗。然后可以生成预案来改变该消耗值而不必分别编辑每个需求点 – 仅需改变关键假设的值。

## 2. 生成“关键假设”的参照 Creating References to Key Assumption

为“大城市”（Big City）的“年用水率”生成“关键假设”的参照。在“数据”显示视窗中“大城市”的“年用水率”窗口中，点击曾经输入“年用水率”（300 立方米）的输入框内的“表达式构建工具”下拉菜单。

WEAP: Tutorial

支持数据: 现状基准年 (2000) 管理预案... 数据报告...

用水 损失和回用 需求管理 水质 成本 优先顺序 高级

年活动水平 年用水率 月变化 消耗

单位活动的年用水率。

需求点	2000	尺度	单位
Big City	300		m <sup>3</sup> /人

表达式构建工具(2)

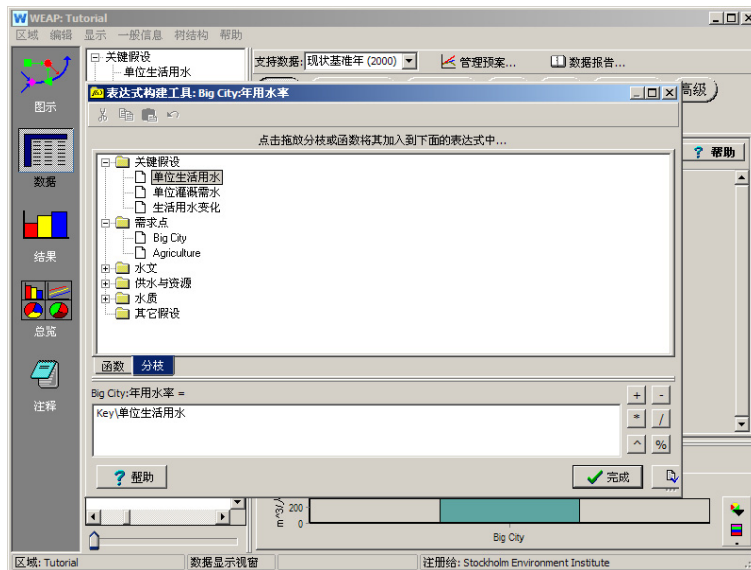
图 表格 注释

年用水率

m<sup>3</sup>/人 200 0 Big City

区域: Tutorial 数据 display 视窗 注册给: Stockholm Environment Institute

在“表达式构建工具”窗口中，删除底部字符输入框中的“300”，点击“分枝”标签，点击拖拉“数据树”窗口中的“单位生活用水”关键假设（扩展树结构以显示分枝）至底部字符输入框。按“完成”按钮。



重复上述步骤，以新生成的“单位灌溉需水”关键假设取代“农业” (Agriculture) 需求点原有的  $3500 \text{ m}^3/\text{ha}$  年用水率。

*如果现在通过再计算来检查结果，应得到与“一小时了解WEAP”模块中相同的年需求总值。*

- 农业年需求  $350 \text{ M m}^3$
- 城市区年需求  $240 \text{ M m}^3$

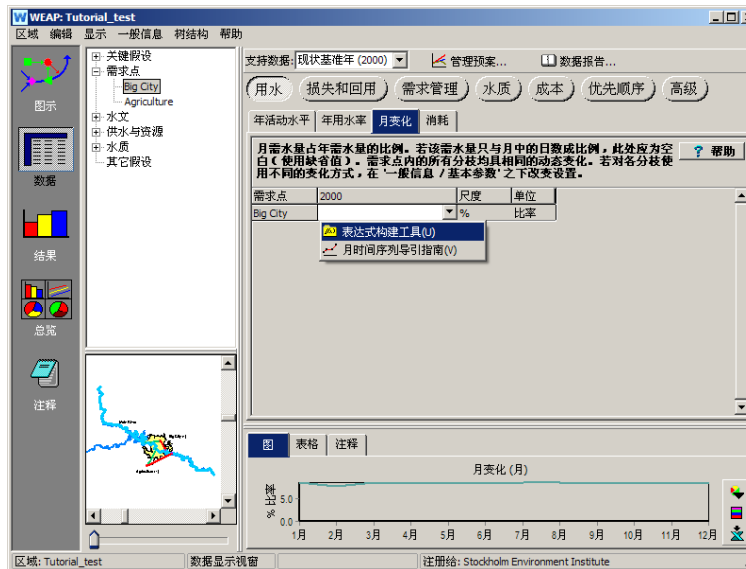


按同样步骤，也可以生成其它目标的数据的参照。在某些情况下这会很有用。从数据树上拖拉要参照的目标至表达式构建工具的字符输入框后，将出现一个全部可用变量的清单。

## 使用“表达式构建工具” Using the Expression Builder

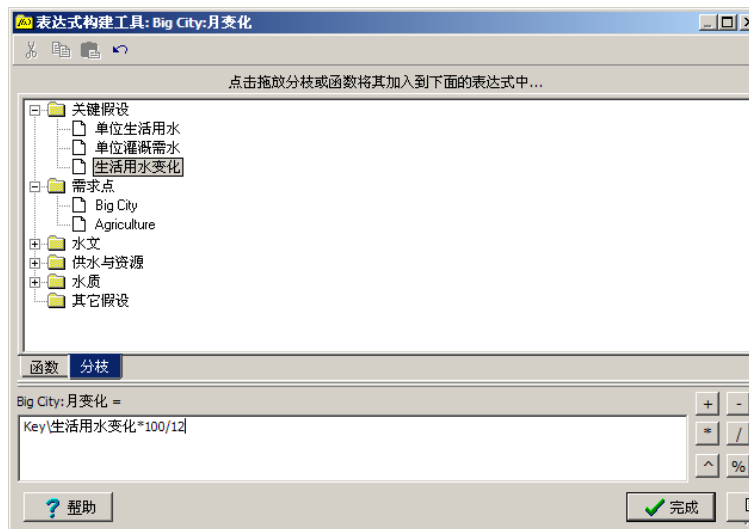
### 3. 生成数学表达式 Creating Mathematical Expressions

以下要使用数学表达式来修改“大城市”需水的月变化。点击“用水”窗口中的“月变化”标签并从数据输入框的下拉菜单中选“表达式构建工具”。



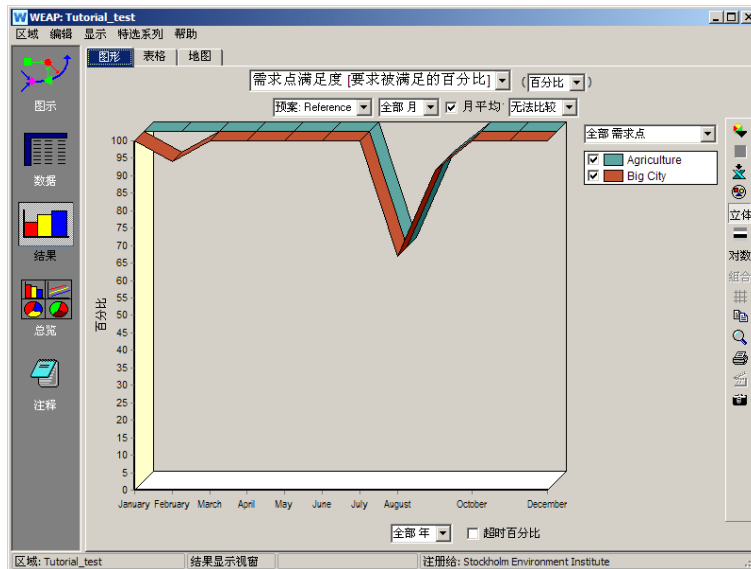
拖动“生活用水变化”关键假设并键入修改条件来生成以下表达式：

*生活用水变化 \* 100 / 12*

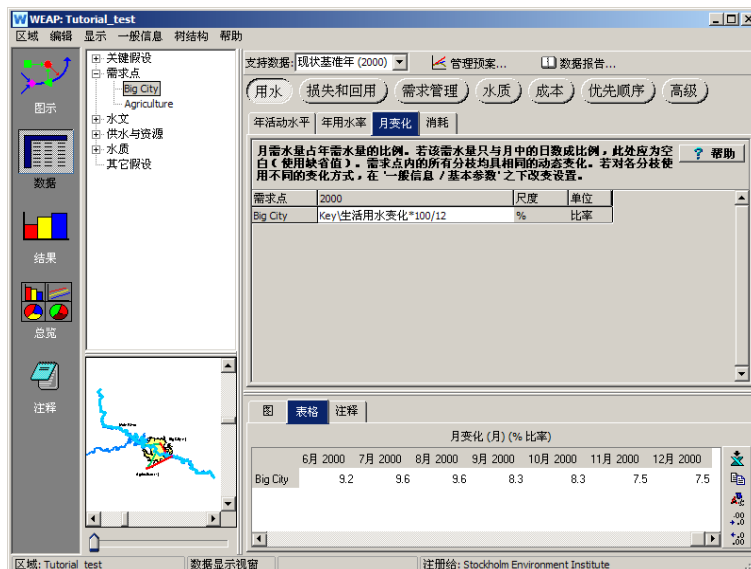


注意，键入表达式时若出错，如输入了空格而非除号，按“完成”按钮后将出现错误信息。此时有机会检查和修改表达式。纠正错误后，应先按“确认”按钮之后再按“完成”。

经过上述修改之后显示“需求点满足度”的新结果。点击“结果”显示视窗，按“是”按钮来重新计算。结果如下：



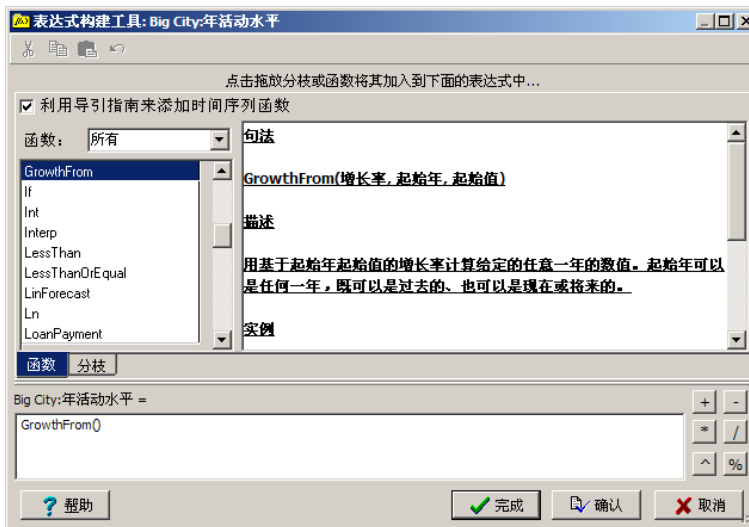
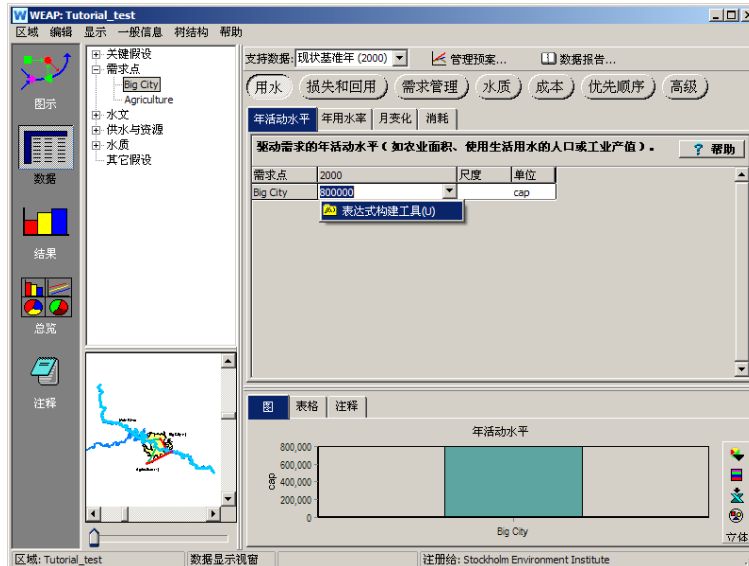
注意“大城市”在12月已经没有未满足的需求，因为12月的需水从8.5%（按各月天数计时）降为7.5%（按根据“生活用水变化”关键假设得出的表达式）。可以通过选数据显示视窗下部数据检视区的“表格”标签来查看由“月变化”表达式计算得出的数值。



#### 4. 使用内置函数 Using Built-In Functions

假定“大城市”当前（2000年）的人口数为未知数，但我们知道上次人口普查时的人口和增长率估计值。使用内置的“GrowthFrom”函数计算“大城市”当前的人口。首先从“大城市”的“年活动水平”窗口的2000年数据输入框下

拉菜单中选“表达式构建工具”。删除现值“800000”，点击“函数”标签并将内置表达式清单中的“GrowthFrom”函数拖放至字符输入框中。

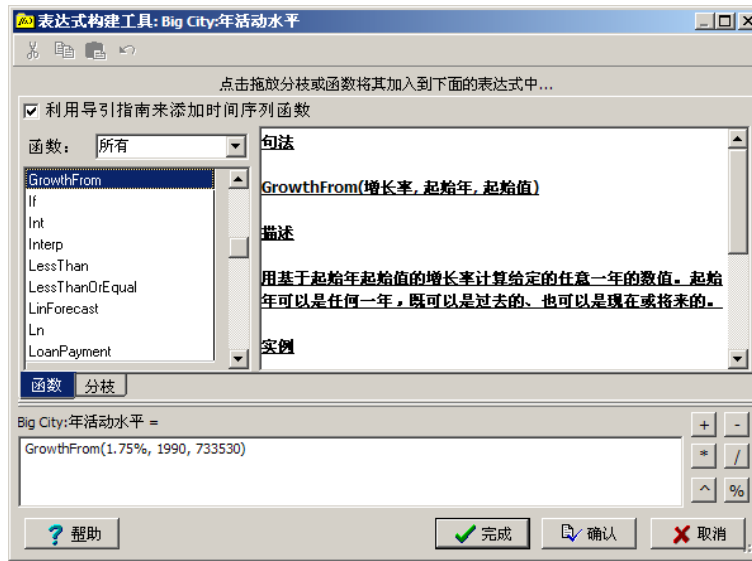


按表达式清单右边描述窗口中指出的格式，在“GrowthFrom”表达式中输入如下数据。

最近一次人口普查日期 (StartYear)	1990
最近一次人口普查人口 (StartValue)	733,530
估计的增长率 (GrowthRate)	1.75%

由此生成如下表达式：

*GrowthFrom(1.75%, 1990, 733530)*



“表达式构建工具”仅是一种输入表达式和函数的简便方法。理解程度深的用户不用该工具而在主“表达式”窗口中直接输入函数、参照和数学表达式。





---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 预案 Scenarios

## 针对如下内容的指导练习 A TUTORIAL ON

为预案作准备 <i>Preparing the Ground for</i> <i>Scenarios</i> .....	50
生成“参照预案” <i>Creating the Reference</i> <i>Scenario</i> .....	51
生成和运行预案 <i>Creating and Running</i> <i>Scenarios</i> .....	55
使用“水文年法” <i>Using the Water Year</i> <i>Method</i> .....	58

November 2007

**注意 Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”和“基本工具”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 为预案作准备 Preparing the Ground for Scenarios

### 1. 了解 WEAP 中的预案结构 Understand the Structure of Scenarios in WEAP

WEAP 中典型的预案模拟包括三个步骤。首先，选择一个“现状基准年”作为模型的基准年。本练习中的“现状基准”就是前面模块中在不断加入数据的模型。以“现状基准”为基础形成的“参照”预案用于模拟系统在不受干预的情况下的可能演变。最后，形成一个或多个“如果...则...”预案，改变“参照预案”的条件并评估政策和/或技术变化的影响。

*关于 WEAP 方法的详细描述，请阅读“预案”帮助主题（在“帮助内容”中“数据”子标题下）。*

### 2. 改变“区域”的“时间范围” Change the Time Horizon for the Area

在“一般信息 / 年和时间步长”菜单选项中，改变“区域”的“时间范围”。

现状基准年	2000 (未变)
预案的最后一年	2015

### 3. 生成另一“关键假设” Create an Additional Key Assumption

生成如下关键假设：

人口增长率	2.2%
-------	------

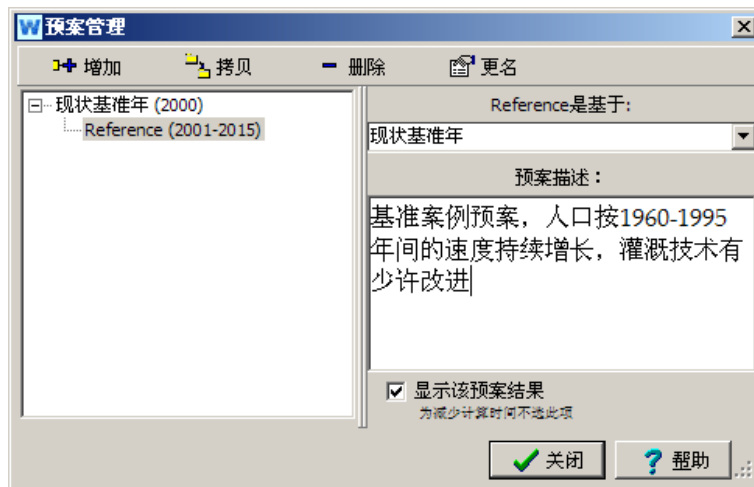
该“关键假设”无单位，但应将“尺度”改为“%”。

## 生成“参照预案” Creating the Reference Scenario

### 1. 描述“参照（Reference）预案” Describe the Reference Scenario

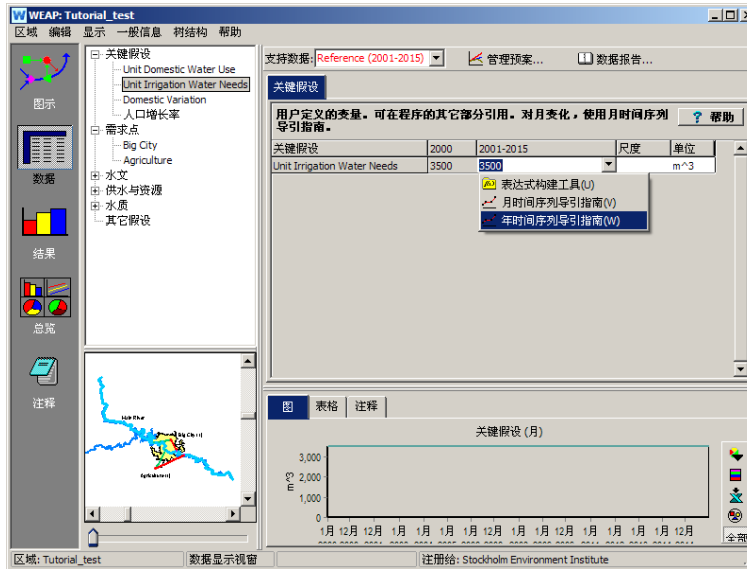
“参照”预案一直存在。在“区域/管理预案”菜单选项中改变其描述来反映其实际作用。注意必须在“数据显示视窗”或“图示显示视窗”中才能打开“区域”菜单中的“管理预案”选项。

例如，“基准案例预案，人口按1960-1995年间的速度持续增长，灌溉技术有少许改进”。

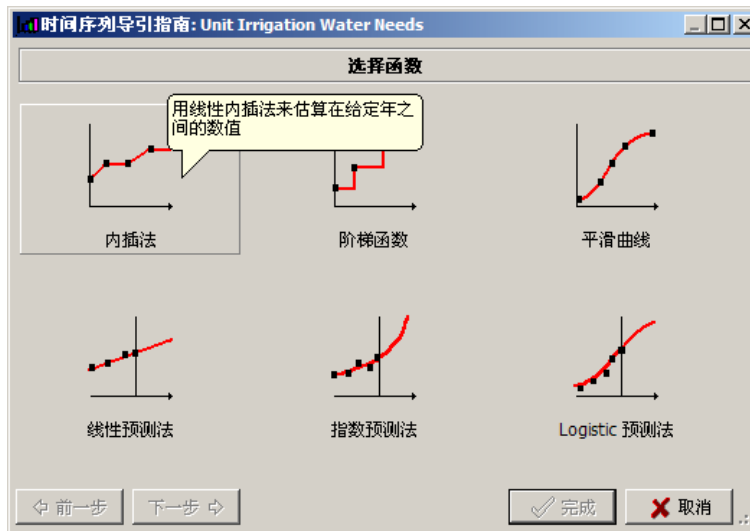


### 2. 改变“单位灌溉需水（Unit Irrigation Water Needs）” Change the Unit Irrigation Water Use

在“数据显示视窗”中改变“单位灌溉需水”关键假设，以反映现状基准年之后的2001-2015年的新模式。在窗口顶部的下拉菜单中选“Reference（参照）”预案。用“年时间序列导引指南”来生成时间序列。



首先选（点击）“内插法”函数，然后点击“下一步”。



点击“输入数据”，再点击“下一步”，然后点击“增加”来在时间序列中加入以下数据：

时间序列类型：内插

数据：Data:

2000 3500

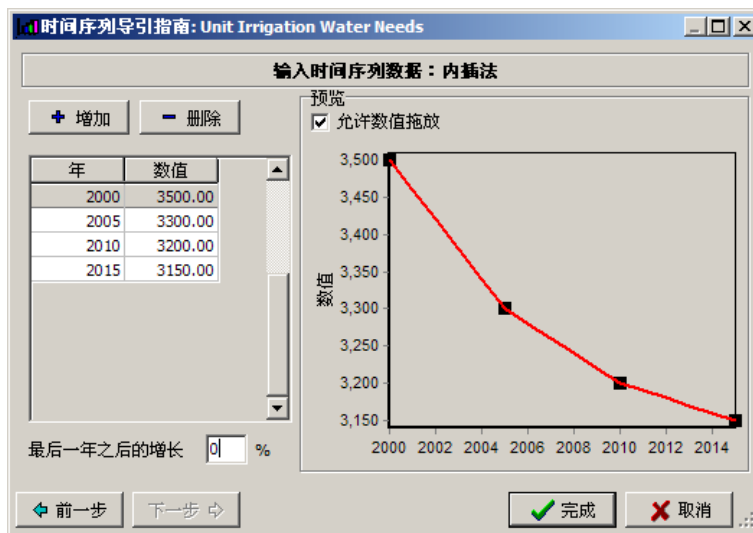
2005 3300

2010 3200

2015 3150

最后一年之后的增长: 0%

注意第一个数据点（2000年）应该已经列入数据输入窗口，因为在为“现状基准”生成“单位灌溉需水”关键假设时已经输入该数据（见练习1“基本工具”模块中的“生成和使用关键假设”部分）。



在运行“年时间序列导引指南”时可见，WEAP 提供了一系列广泛的技术来构建时间序列，包括从 Excel 文件直接输入数据、生成阶梯函数、使用预测方程等等。

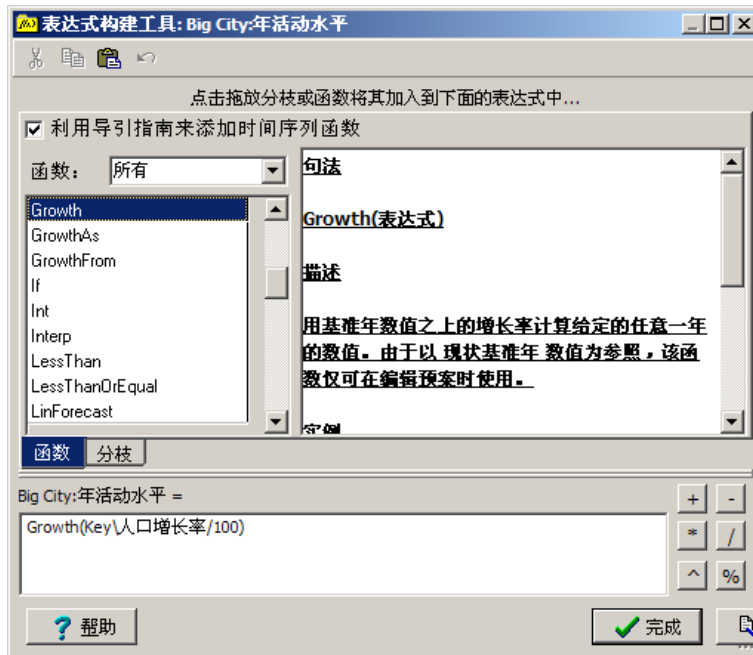
“年时间序列导引指南”帮助用户生成表达式。用户也可以直接或使用表达式构建工具自行键入和编辑表达式（本例中，应为“Interp( 2000,3500, 2005,3300, 2010,3200, 2015,3150 )”）而无需使用导引指南。

### 3. 设置人口增长 Set the Population Growth

设“大城市”人口增长速度为前面定义的“人口增长率”关键假设中的值。这里仍须在“数据”显示视窗中顶部的下拉菜单中选“Reference”（参照）预案。

点击“大城市”需求点的“年活动水平”标签。删除当前表达式并在“2001-2015”条块下面的下拉菜单“表达式构建工具”中选“Growth”（增长）函数（注意该栏中当前表达式与现状基准年的相同）。在字符输入框上面点击“分枝”标签。将“数据树”上的“人口增长率”关键假设拖放至下面的表达式输入框。形成以下函数： $Growth(Key \setminus \text{人口增长率} / 100)$

注意“人口增长率”必须除以100，这样WEAP才能将关键假设中的“2.2”在计算时解读为“0.022”。



不事先形成关键假设也可以达到同样结果。但我们将看到这样做将使增加其它预案时更为灵活。

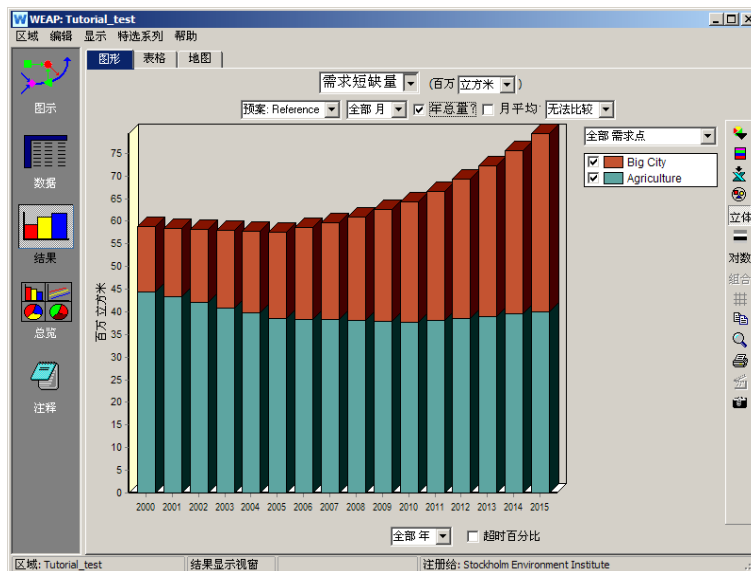
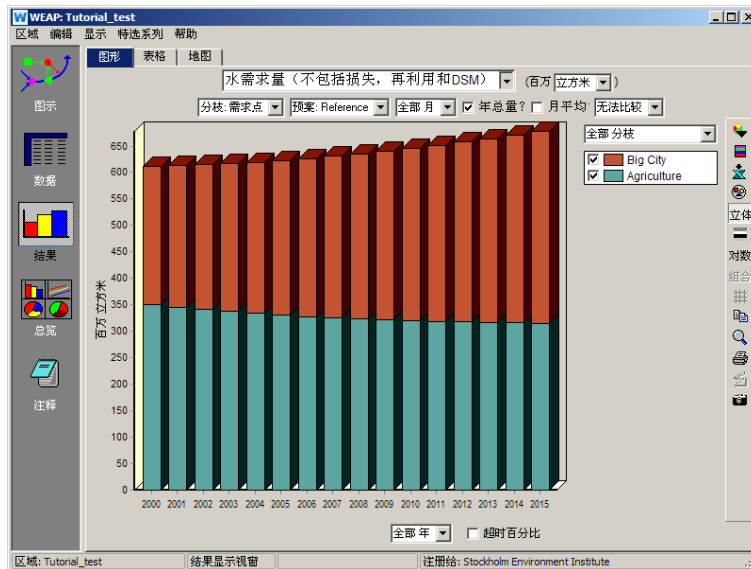
任何其它没有为“Reference”（参照）预案定义时间序列的值被认为不变。例如本例中，除非我们也修改“农业”变量，否则“农业”需求一直到2015年将保持不变。

#### 4. 运行“参照”预案 Run the Reference Scenario

点击“结果”显示视窗运行“参照”预案。以三维显示方式查看两个需求点的“需求短缺量”（选“年总量”）。结果如下图所示。请思考以下问题：

与需求短缺量相比，需求的变化是怎样的？

为什么需求短缺总量首先下降然后上升？



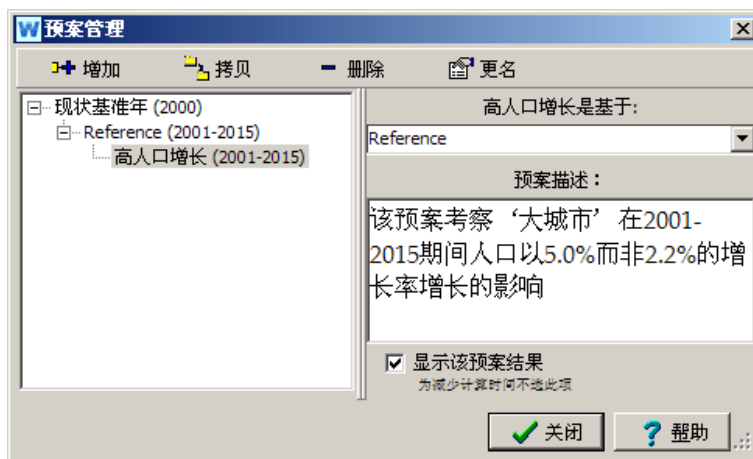
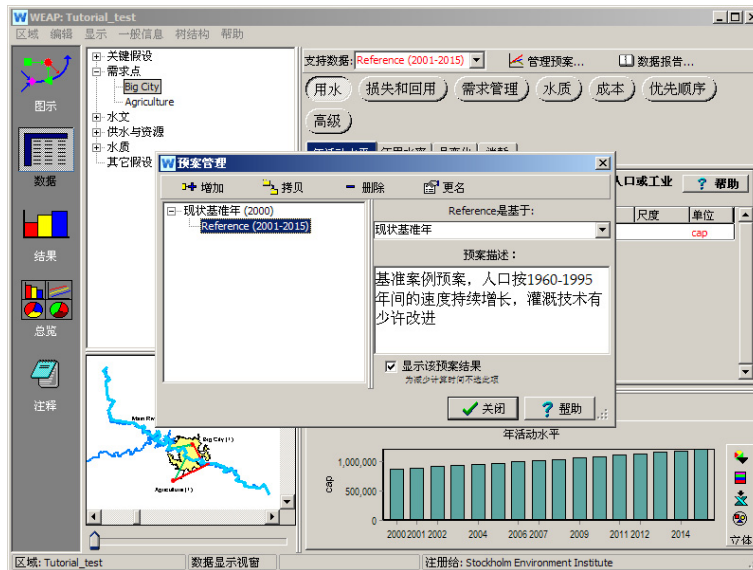
# 生成和运行预案 Creating and Running Scenarios

生成模拟高人口增长率的预案

## 1. Create a New Scenario to Model High Population Growth

生成一个新预案来评估“大城市”在2001-2015期间人口以高于2.2%的增长率增长的影响。

选“区域/管理预案”菜单选项，右击“Reference”预案，选“增加”。称该预案为“高人口增长”并加入描述：“该预案考察‘大城市’在2001-2015期间人口以5.0%而非2.2%的增长率增长的影响”。

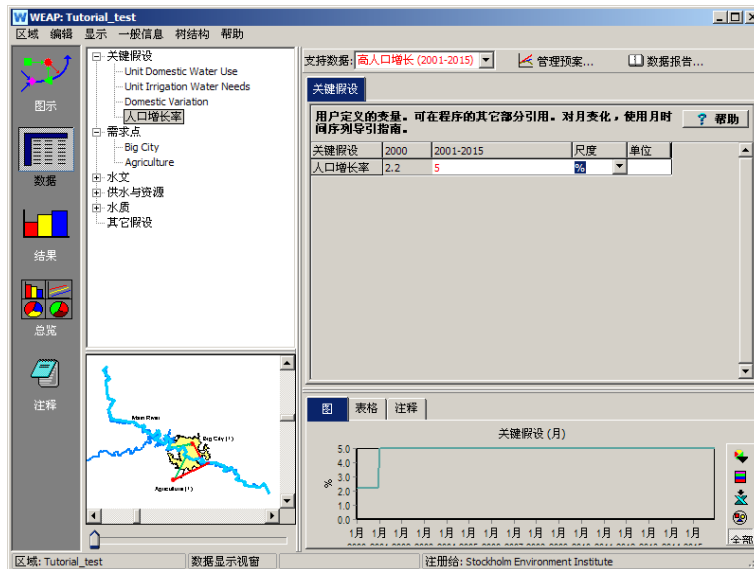


## 2. 输入该预案的数据 Enter the Data for this Scenario

在保证窗口顶部的下拉菜单中已选该新预案后，在“数据”显示视窗中作如下修改：

选“人口增长率”关键假设并将2001-2005 下面的输入框中的值改为5.0。注意更改后数据栏中数字的颜色变为红色 – 任何数值经改动而不同于“Reference”预案值时都会出现这种变化。

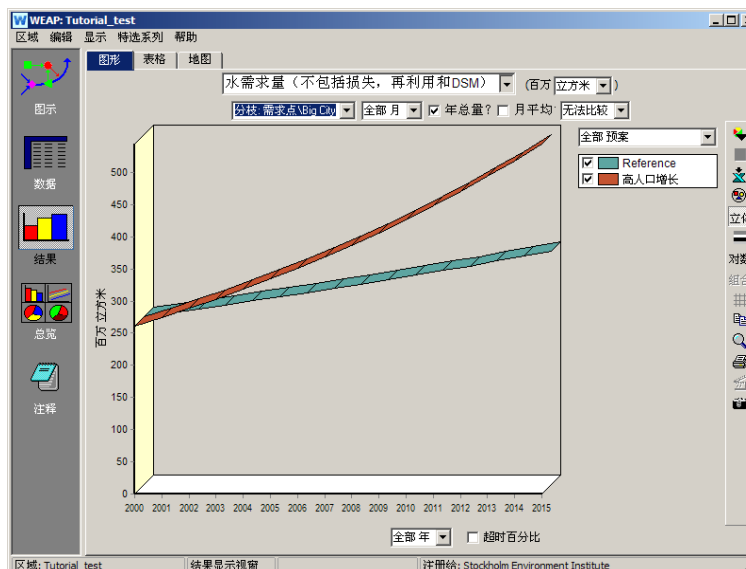




### 3. 比较“Reference”和“高人口增长”预案的结果 Compare Results for the Reference and Higher Population Growth Scenarios

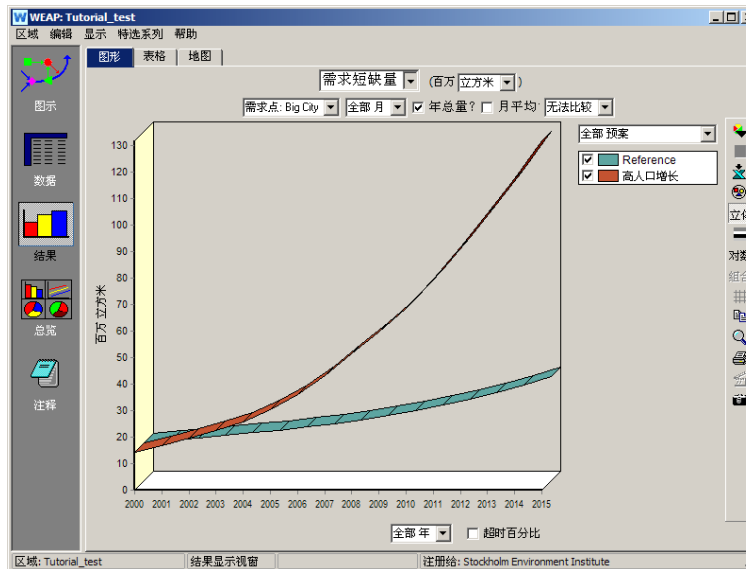
比较至此已经建立的两个预案（“Reference”和“高人口增长”）的结果的图形。

例如，从主变量下拉菜单中选“水需求量”。点击图形区右边的下拉菜单（在图例的上面），选“全部预案”。从“结果”显示视窗第二排左边的下拉菜单中选择只显示“大城市”需求。所得图形应与下图相似。



注意如预期的一样，在“高人口增长”预案下，“大城市”的需水较高。

下一步，比较两种预案的“需求短缺量”。在主变量下拉菜单中选“需求短缺量”。



注意在“高人口增长”预案下，“大城市”的需求短缺量也较高。



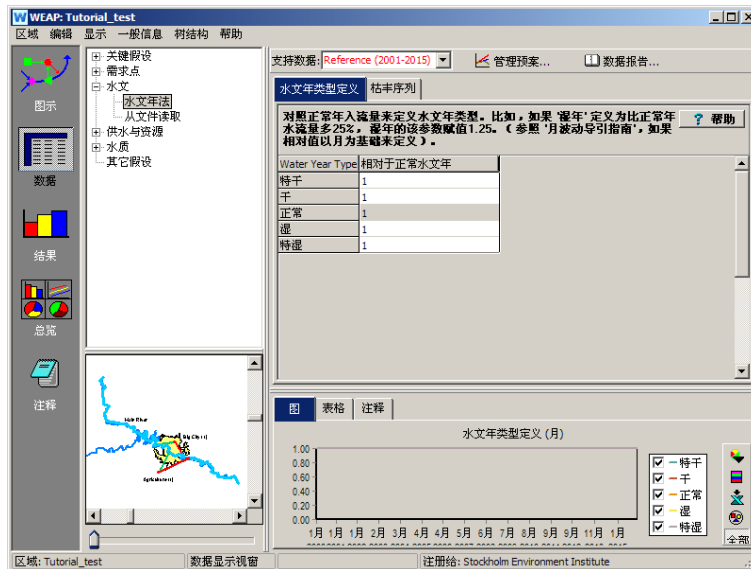
当在同一区域生成众多的预案时，计算有时变得冗长。此时可以通过在“预案管理”工具中点击取消“显示该预案结果”而从计算中排除一些预案。

## 使用“水文年法” Using the Water Year Method

### 1. 生成“水文年”定义 Create the Water Year Definitions

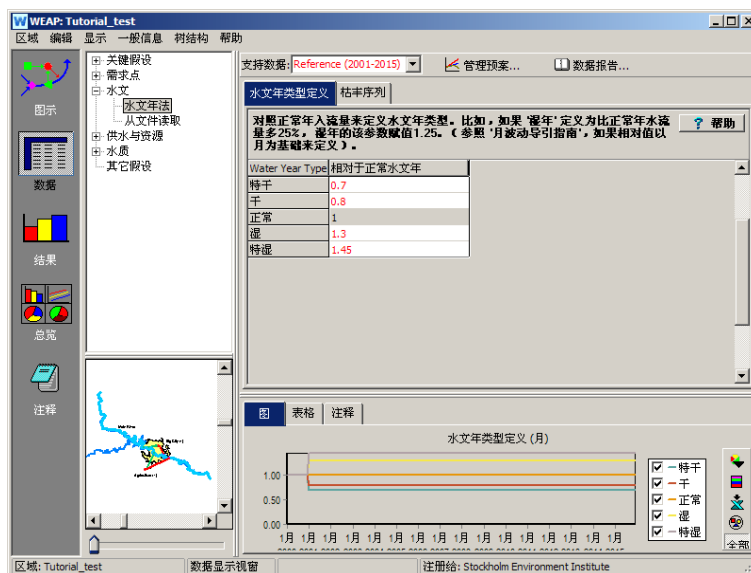
前面的练习仅仅改变了需求，而非供给。现在我们要了解WEAP如何通过预案分析来考虑气候数据（河流流量、降雨等）的自然变化的影响。我们将使用“水文年法”作为一个例子。“水文年法”是代表气候数据如流量、降雨和地下水补给变化的简便手段。使用该方法需首先定义与正常年份（值为1）相比，不同气候状况（如特干、干、特湿）的相对值。干旱年的值小于1，特湿年份的值大于1。

选“Reference”预案，在数据显示视窗中点击数据树上“水文”分枝之下的“水文年法”。



选“水文年类型定义”标签并输入如下数据：

特干	0.7
干	0.8
正常	1.0
湿	1.3
特湿	1.45





若有数据，也可以输入月变化。

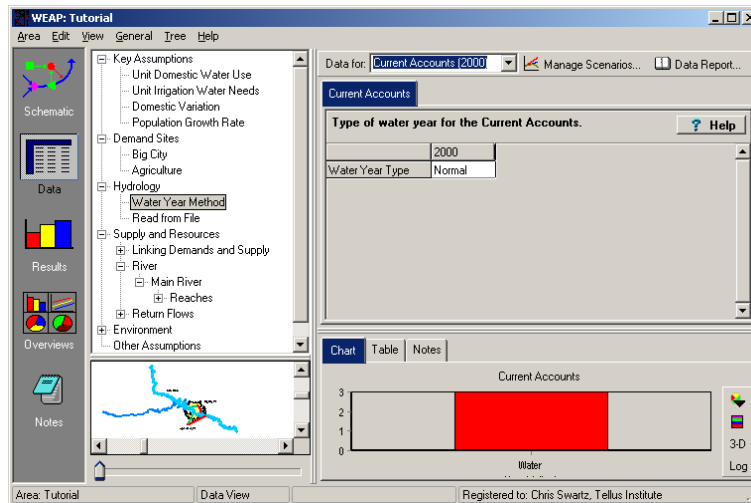
## 2. 生成水文年序列 Create the Water Year Sequence

使用“水文年法”的下一步是为预案时段生成气候波动序列。预案时段内的每一年都被划入一个气候类（如湿润）。对于“Reference”预案，我们假定如下序列：

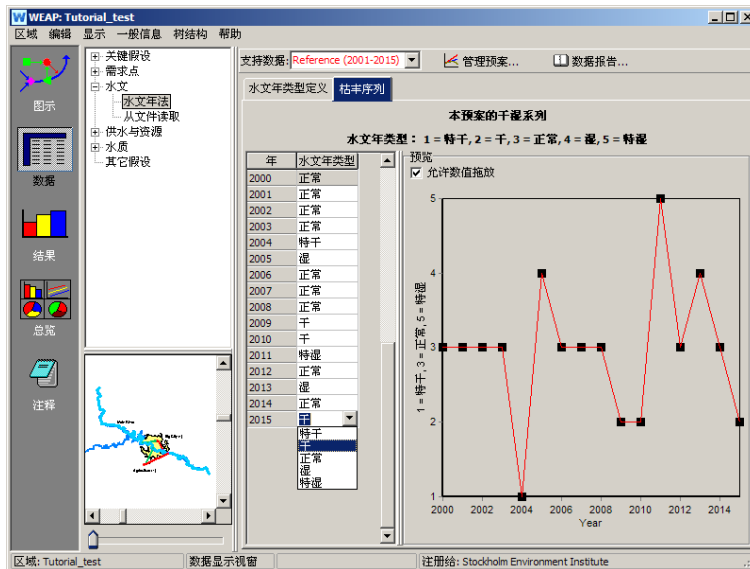
2001-2003 正常  
 2004 特干  
 2005 湿  
 2006-2008 正常  
 2009-2010 干  
 2011 特湿  
 2012 正常  
 2013 湿  
 2014 正常  
 2015 干

在“水文年法”分枝下选“枯丰序列”标签来输入该序列。

设“现状基准”为“正常”



然后选“Reference”预案并输入上面给出的序列。



WEAP 有两种办法让至模型的入流（本例中为主河流的源流）随时间变化。如果有详细的预测资料，可以使用“从文件读取”功能（详见指导练习模块“格式与数据”）读入这些数据。另外一种，即这里所介绍的，是“水文年法”。使用这一方法时，模型模拟时段内的每一年都可以被定义为正常、湿、特湿、干或特干。然后不同的预案可以更改所选丰枯年份的序列来评价自然变化对水资源管理的影响。

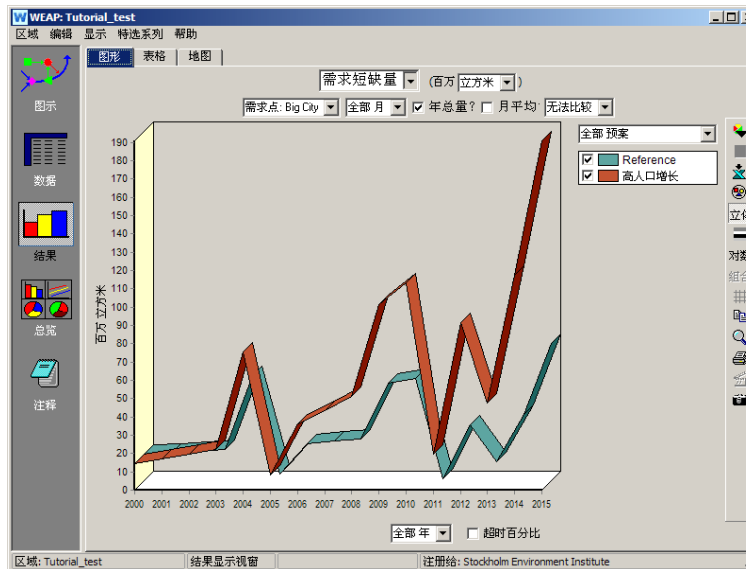
### 3. 为使用“水文年法”设置模型 Set up the Model to Use the Water Year Method

在“数据树”上，将“Reference”预案中“主河流”的“源头来水”改为使用“水文年法”。注意此前 2001-2015 年“源头来水”的各月值与 2000 年（现状基准年）相同。

从“取值自”下面输入框中的下拉菜单选该方法。

### 4. 运行模型 Re-run the Model

再次运行模型并像以前一样比较“Reference”和“高人口增长”预案的“需求短缺量”（当然，用“水文年法”更改模型的供给端不会改变“水需求量”）。



注意使用“水文年法”时，与假定“主河流”源头来水恒定（见前面的练习）相比，两种预案下“大城市”的“需求短缺量”均不稳定得多。当前的例子中，未来气候波动时“需求短缺量”也发生相应变化。在比正常年份（2000年，现状基准年）湿润或湿润得多的年份，“需求短缺量”在两种预案中均比2000年的低，甚至在人口增长加快的情况下（“Reference”为2.2%，“高人口增长”为5.5%）也是如此。增加的降水和河流源头来水使湿润年份较高的需求得以缓解。

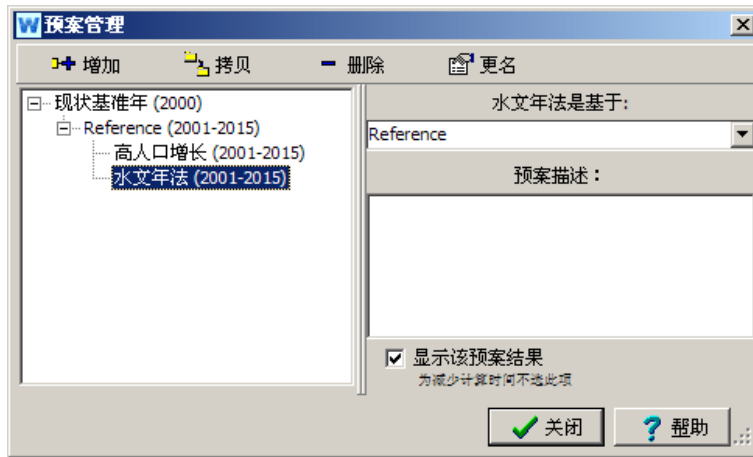
在干到特干年份则出现相反情况，人口增长的影响因较低的降水和河流源头来水而加剧。这导致较假定恒定气候条件时的模拟结果（见前面的练习）更高的“需求短缺量”。



由于需求短缺量是很高的需求量和很高的供给量之差，在需求基本不变的情况下，供给端发生的很小的变化也能对需求短缺情况造成很大影响。

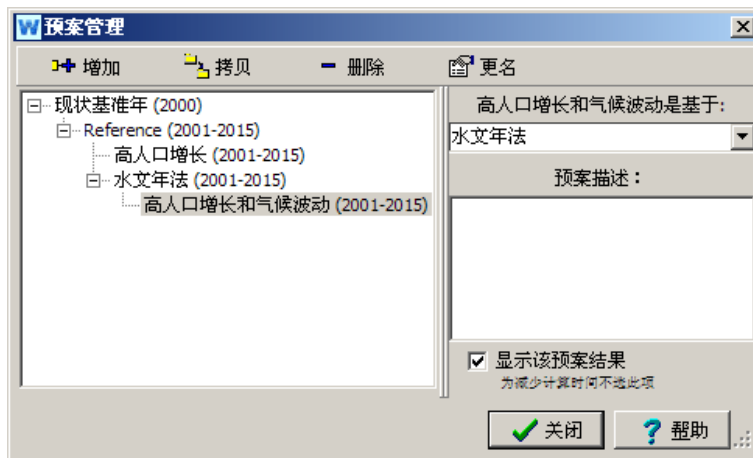
该模型没有考虑任何跨年度存储因素（水库、地下水）。因此，干旱年份的短缺无法通过使用前面的湿润年份的剩余来缓和。关于如何模拟存储的问题，详见 WEAP 指导练习模块“精调供给”。

如果想在WEAP的同一幅图上比较“水文年法”和假定恒定气候情况下的结果，可以生成一个使用“水文年法”的新预案，而不是像前面那样改变“Reference”预案的数据来包容“水文年法”。该新预案将继承“Reference”预案。“预案管理”工具中的预案树的结构见下图：



注意本例中，“Reference”（恒定气候）和“水文年法”（波动气候）均将使用 2.2%的“大城市”人口增长率，因为“水文年法”预案继承了“Reference”预案。

如果希望在同一 WEAP 图幅中比较 5.0%人口增长率下恒定气候和波动气候的情况，可以生成另一继承“水文年法”预案的新预案并将预案中“人口增长率”关键假设改为 5.0%。树结构如下：

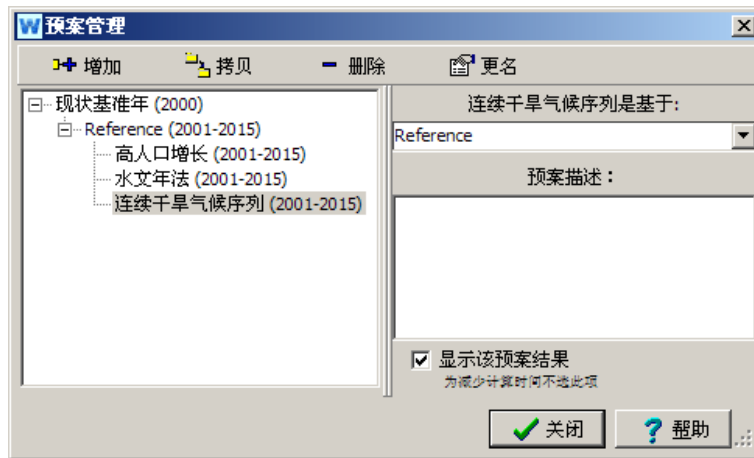


WEAP 在预案的安排上允许无穷的变化。注意用户可将结果输出至 Excel，这对在预案之间比较结果更有帮助。该功能将在“数据、结果和格式”模块中进一步讨论。

## 5. 改变预案继承关系 Change Scenario Inheritance

下面的例子演示在 WEAP 中改变预案继承关系的效用。

生成一个继承“Reference”预案的新预案，称其为“连续干旱气候序列”。预案树结构如下：

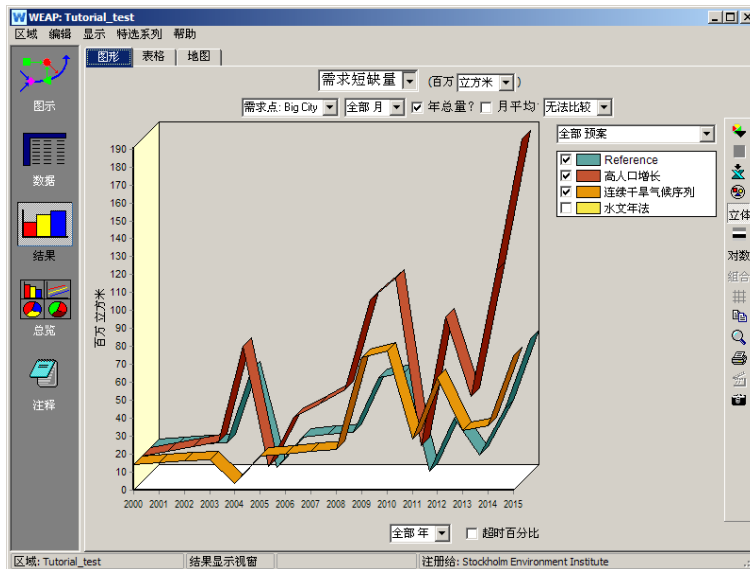


到“数据”显示视窗中选择该新预案并加以编辑。点击数据树“水文”分枝之下的“水文年法”来按以下数据编辑气候序列：

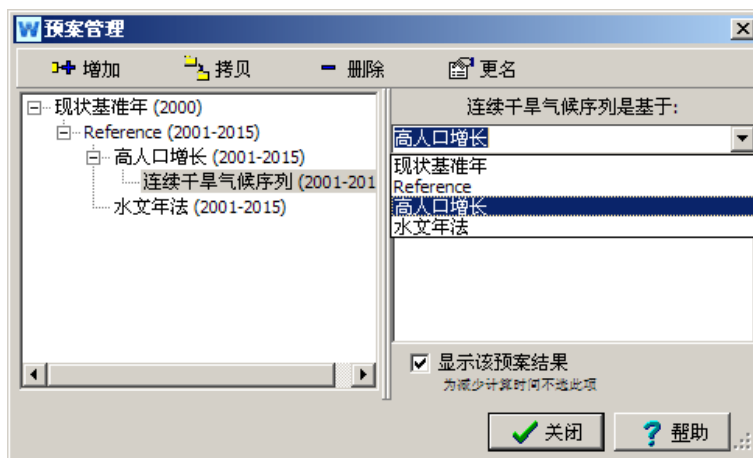
2001-2003	正常
2004	湿
2005	正常
2006-2008	正常
2009-2010	特干
2011	正常
2012	干
2013	正常
2014	正常
2015	干

结果（见下图）表明“连续干旱气候序列”（新气候序列和 2.2 %人口增长率）下“大城市”的“需求短缺量”基本在“Reference”预案（原来的气候序列和 2.2 %人口增长率）和“高人口增长”预案（原来的气候序列但人口增长率为 5.0 %）的结果之间。



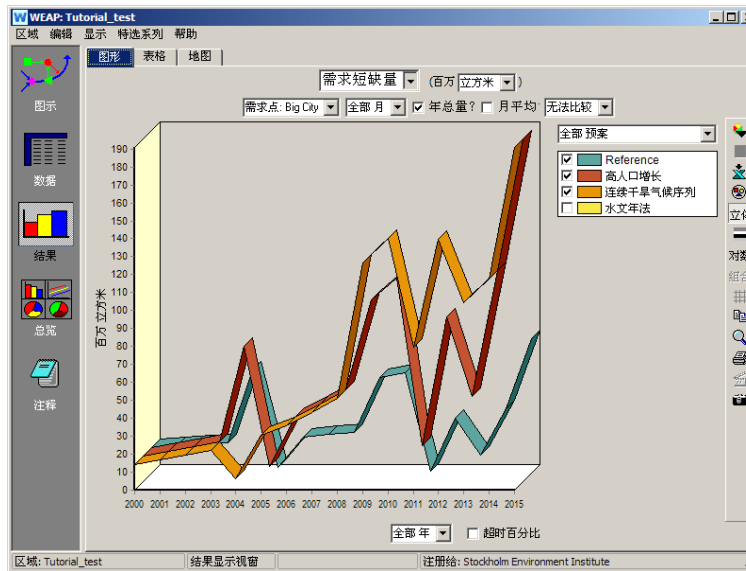


现在，我们来改变“连续干旱气候序列”预案的继承关系，将其置于“高人口增长”预案之下，使其继承此预案的 5.0%的人口增长率。在“预案管理”工具中选“连续干旱气候序列”预案，点击右面的下拉菜单（在“连续干旱气候序列是基于：”之下）并选“高人口增长”为新的母预案。



现在，重新计算结果并再次查看“大城市”的“需求短缺量”。

“连续干旱气候序列”预案下“需求短缺量”发生了什么变化？



在较高的人口增长率和较干旱的气候下，“需求短缺量”大幅上升。

---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 精调需求分析 Refining the Demand Analysis

针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

分解需求 <i>Disaggregating Demand</i> .....	68
模拟需求端管理、损失和回用 <i>Modeling Demand Side Management, Losses and Reuse</i> .....	74
设置需求分配优先顺序 <i>Setting Demand Allocation Priorities</i> .....	82

November 2007

**注意 Note:**

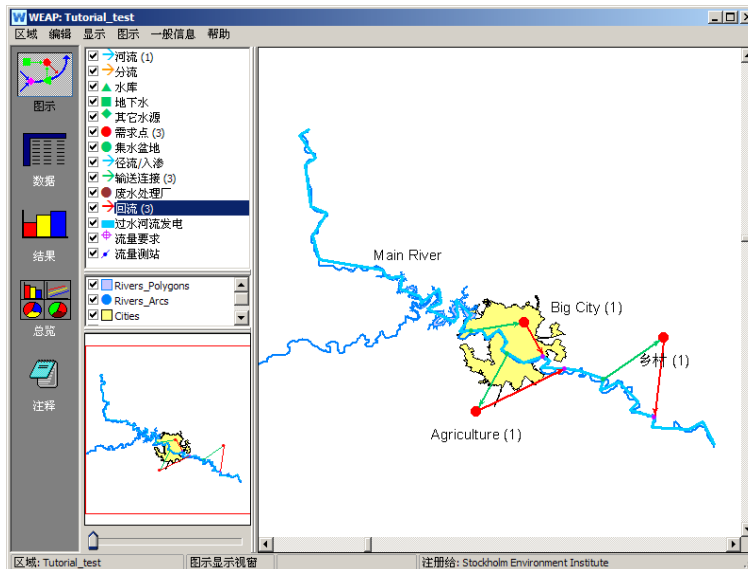
使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 分解需求 Disaggregating Demand

### 1. 生成新的需求点 Create a new Demand Site

在“现状基准”中在“大城市”的下游生成一个新的需求点来模拟乡村需水。称该节点为“乡村”并令它的“需求优先顺序”为1。在“主河流”上“大城市”及“农业”的“回流”点下游建立一个“输送连接”。“供给择优顺序”应为1。在更下游的地方为“乡村”建立“回流连接”。输入100%为回流比例。

区域现在应该如下图所示：



### 2. 为“乡村”需求节点生成数据结构 Create the Data Structure for “Rural” demand node

为生成数据结构，在数据显示视窗中右击“乡村”需求点并选“增加”来形成如下结构（暂时不要输入任何数据）：



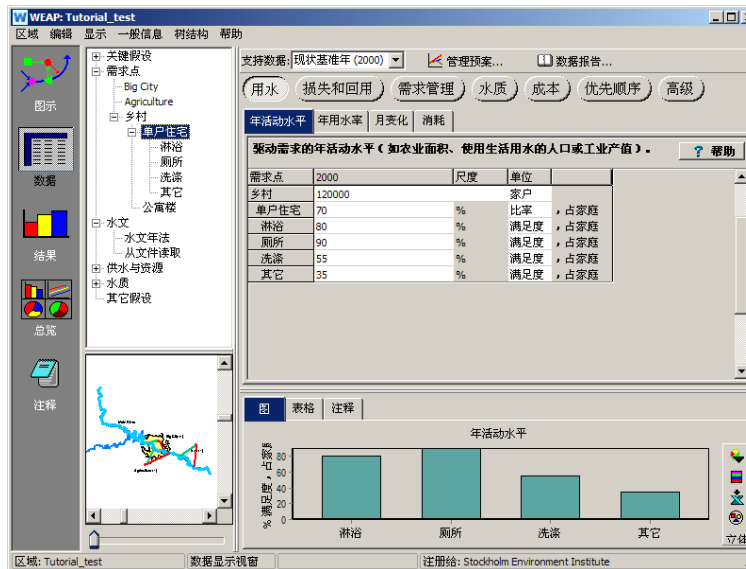
注意“淋浴”、“厕所”、“洗涤”和“其它”均为“单户住宅”的子分枝。



### 3. 输入年活动水平数据 Enter the Annual Activity Level data

在“乡村”需求点“年活动水平”标签之下输入如下数据：

乡村	120,000 住户
单户住宅	70% 比率
淋浴	80% 满足度
厕所	90% 满足度
洗涤	55% 满足度
其它	35% 满足度
公寓楼	余下部分 (Remainder) (使用“表达式构建工具”，选“Remainder”函数)



“比率”与“满足度”：尽管 WEAP 从数学上对这两种类型的百分比同等对待，它们在概念上是不同的。在树结构的某一层级上，“比率”之和必须是 100%。它们也允许使用“Remainder”函数。“满足度”指特定设备的渗透率（被采用的比率），与其它设备的渗透率无关（即特定分枝的所有子分枝的满足度之和不需要为 100）。

#### 4. 输入“年用水率”数据 Enter the Annual Water Use Rate data

在“乡村”需求点“年用水率”标签之下输入如下数据：

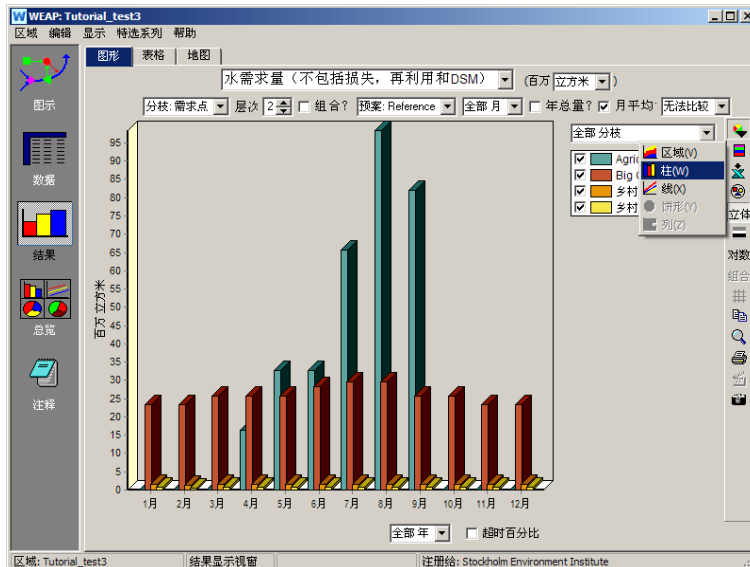
乡村  
  单户住宅  
    淋浴                    80 m<sup>3</sup>/家庭

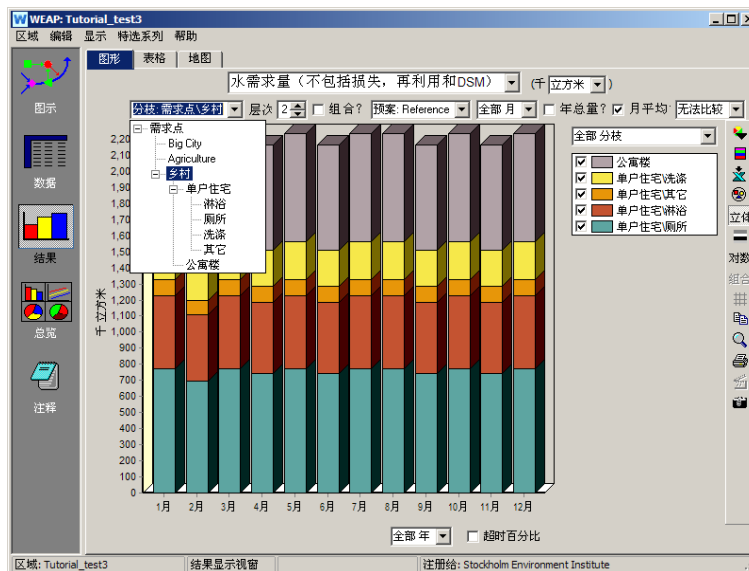
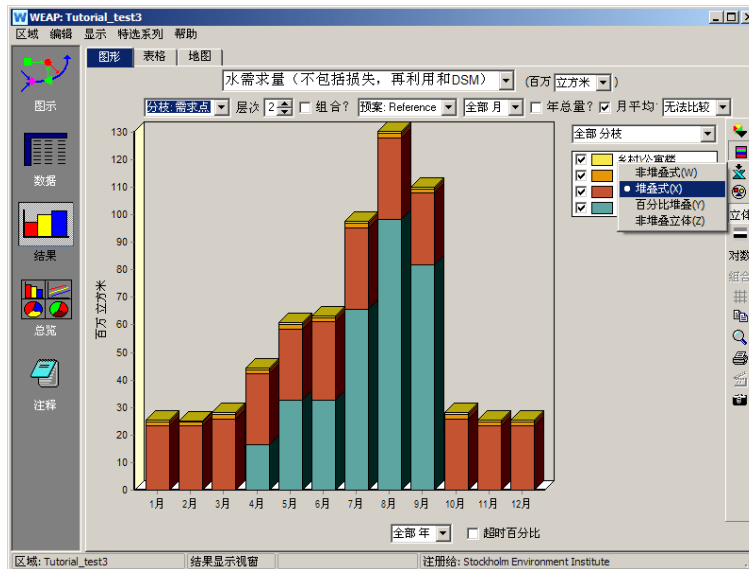
厕所	120 m <sup>3</sup> /家庭
洗涤	60 m <sup>3</sup> /家庭
其它	40 m <sup>3</sup> /家庭
公寓楼	220 m <sup>3</sup> /家庭
消耗（在“消耗”标签之下）	80%

注意输入的“消耗”值是整个“乡村”需求节点的值，而非子分枝的值。

## 5. 检查结果 Check the results

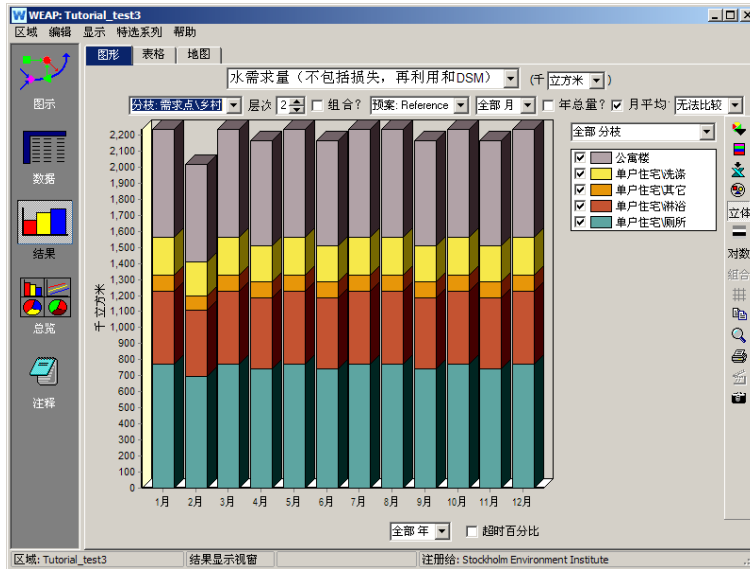
重新计算结果。从“结果”显示视窗中的下拉菜单选“水需求量”作为主变量。在图例上方的下拉菜单中选“全部分枝”。在窗口右边的制图工具栏中选“立体”，并点击“图形类型”图标选柱状图作为图形类型（见下面的前两个截屏图）。从图形上方的下拉菜单中选“乡村”需求节点（见下面的第三个截屏图）。





为查看所有“乡村”子分枝（如：单户住宅 / 淋浴；公寓楼）的水需求量结果，在“层次”选择框转换至层次“2”（选择框在图形的正上方）。结果如下：



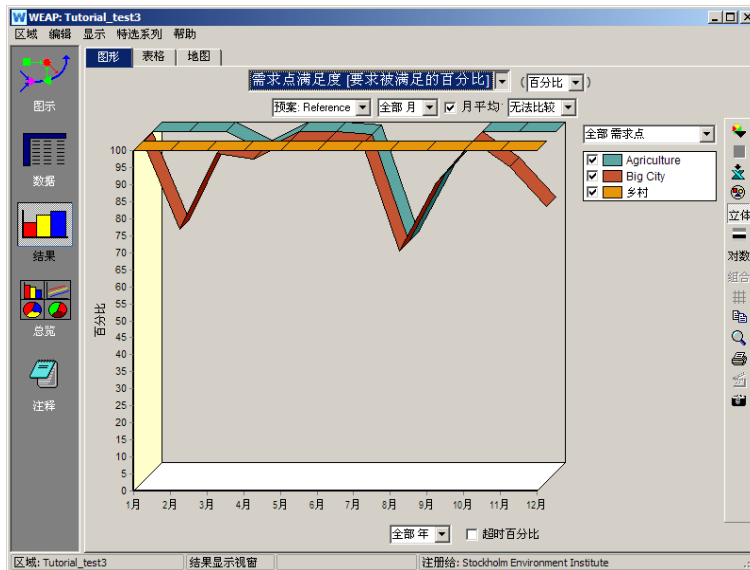


是否理解为什么尽管我们尚未输入任何变异数据，“乡村”的需求却呈年内变化？



乡村需求的变化是由于 WEAP 假定恒定的日需水量（用户尚未指定月需求），因此日数少的月份（如 2 月）的需求少于日数多的月份（如 1 月）。

现在生成一个“需求点满足度”的立体图并选全部需求点（从图形右边的下拉菜单中选，见下图）。



是否理解为什么“乡村”的“满足度”总是100%而“大城市”和“农业”的“满足度”却不是，尽管它们的需求优先顺序是一样的？

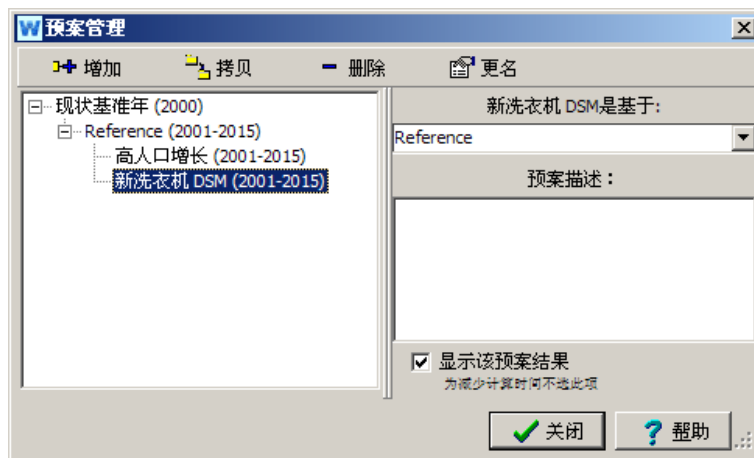


“乡村”取水点在“大城市”回流点的下游，这意味着河流中有额外的水量。该回流量可以轻易补足为数很小的“乡村”需求。

## 模拟需求端管理、损失和回用 Modeling Demand Side Management, Losses and Reuse

### 1. 实施需求端管理（DSM） - 分解的方法 Implement Demand Side Management - the disaggregated approach

我们现在来生成一个探讨需求端管理策略的新预案。称其为“新洗衣机 DSM”；它将继承“Reference”预案因此将有与“Reference”预案相同的气候和“大城市”人口增长率。“预案管理”窗口中的预案树如下：



假定一种新型洗衣机节省 2/3（66.7%）的洗涤耗水，该新预案评估 50%的家庭被说服购买新型节水洗衣机的情况下该“需求端管理”措施的影响。

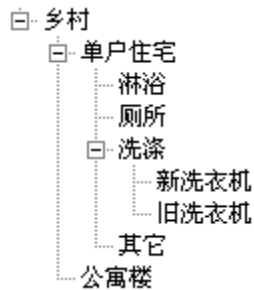
首先，回到“数据”显示视窗的“现状基准”，在这里在“乡村”数据树分枝下生成两个新分枝（“旧洗衣机”和“新洗衣机”）。事实上，这里把“洗

“洗涤”变量分解为两个新的子类型。注意必须返回“现状基准”，因为所有的新数据结构都必须在“现状基准”中输入，即使这个变量并不包括（即在非0活动水平时）在现状基准和“Reference”预案中。

在“洗涤”之下增加第一个子分枝时，得到以下信息：



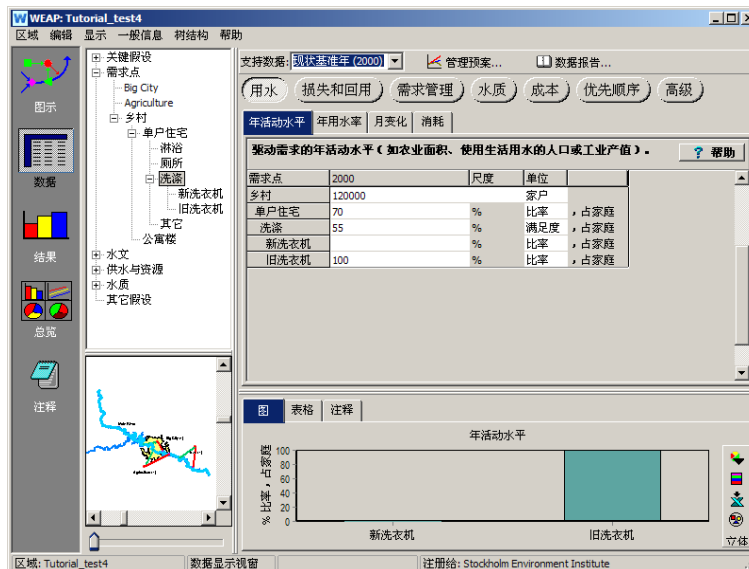
点击“是”，增加如下结构：



将“旧洗衣机”和“新洗衣机”的单位改为“比率”。重新输入“60 m<sup>3</sup>/家庭”为“旧洗衣机”的“年用水率”，与“洗涤”这一较高层次的变量原来的值一样。



输入100%为“旧洗衣机”的“年活动水平”。“新洗衣机”的“年活动水平”为空白-这相当于输入0值。记住，现在是在“现状基准”中输入数据，因此只应在“Reference”预案中包括“旧洗衣机”。这样做的结果等同于原来的“现状基准”和“Reference”预案中未经分解的变量“洗涤”。“新洗衣机”变量将包括在“新洗衣机 DSM”预案中（如下）。



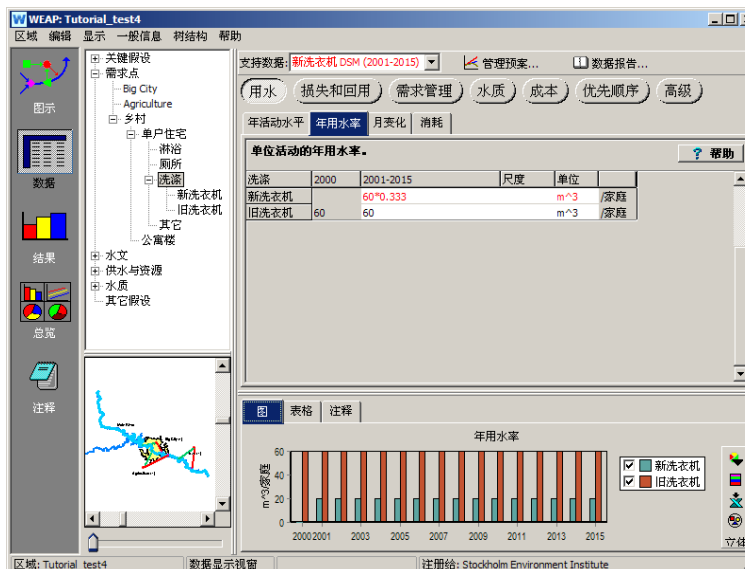
现在转到“新洗衣机 DSM”预案。

输入 50 为“新洗衣机”的值（50%的洗衣机将为该新类型）和 Remainder(100)为“旧洗衣机”的值（输入后者时使用“表达式构建工具”）。



也需再次为“旧洗衣机”输入原来的“年用水率”值（60 m<sup>3</sup>/家庭）和为“新洗衣机”输入新的“年用水率”值。

旧洗衣机            60 m<sup>3</sup>/家庭  
 新洗衣机            60\*0.333 m<sup>3</sup>/家庭



现在比较“乡村”需求点“Reference”预案和“新洗衣机 DSM”预案下“洗涤”分枝“水需求量”结果的数值。在“结果”显示视窗中点击“表格”标签并选“水需求量”变量。选“年总量”而非“月平均”，利用窗口底部下拉菜单选 2001（在“表格”中比较预案时，每次只能查看单个年的数值结果。但本例中这一限制没有带来问题，因为我们并不试图模拟“洗涤”变量的时间变化）。从左上角下拉菜单中选“需求点 / 乡村 / 单户住宅 / 洗涤”，从右上角下拉菜单中选“全部分枝”。利用窗口底部下拉菜单选“Reference”和“新洗衣机 DSM”预案。形成的表格如下：

The screenshot shows the WEAP software interface with a table of water demand results. The table compares two scenarios: 'Reference' and 'New Washing Machine DSM'. The data is as follows:

	Reference	新洗衣机 DSM
旧洗衣机	2,772.0	1,386.0
新洗衣机	0.0	461.5
<b>总和</b>	<b>2,772.0</b>	<b>1,847.5</b>

注意“新洗衣机”在 2001 年（及其后的“新洗衣机 DSM”预案时段的所有年份）的使用导致与仅仅使用“旧洗衣机”的情况（“Reference”预案）相比 460000 m<sup>3</sup>的用水需求减少。



需求端管理（DSM）指可以在用户端采取的改变水消费的数量或时间的措施（相对于供水公司，或供给端采取的措施）。

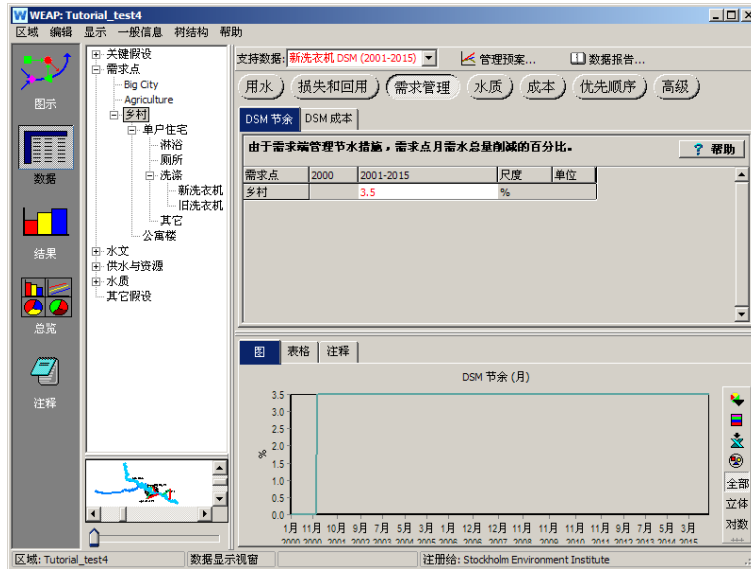
另外一种模拟分解的 DSM 的方法是减少受影响的类别（本例中为洗涤）的单位消耗。这两种模拟 DSM 的方法并无正误之分。

## 2. 实施需求端管理 – 整体的方法 Implement Demand Side Management - the aggregated approach

如果没有分解的数据，仍可计算与 DSM 相当的值。本例中，假定我们并未分解“乡村”水需求量，可以通过“数据”显示视窗中该需求点的“需求管理”选项来得到同样结果。用水减少量为：

原来“洗涤”对乡村用水的贡献	$2,772/26,316 =$	10.5%
“新洗衣机”的比例		50%
“新洗衣机”节水		66.6%
上述全部百分比相乘=		3.5%

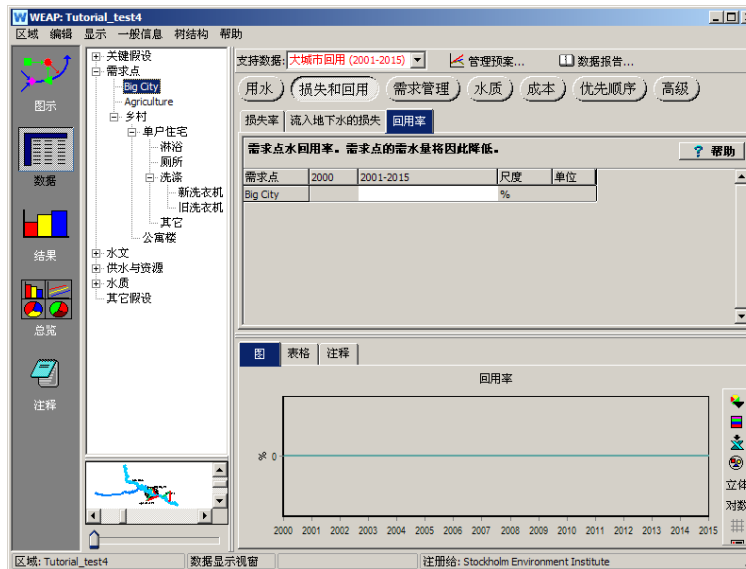
该值可在“需求端管理”预案下“乡村”分枝的“需求管理/DSM 节余”标签下输入。



“需求端管理”（DSM）措施并未在需求显示中计入。若想了解 DSM 措施的影响，应查看“供给要求”而非“水需求量”的变化。

### 3. 模拟再利用 Model Reuse

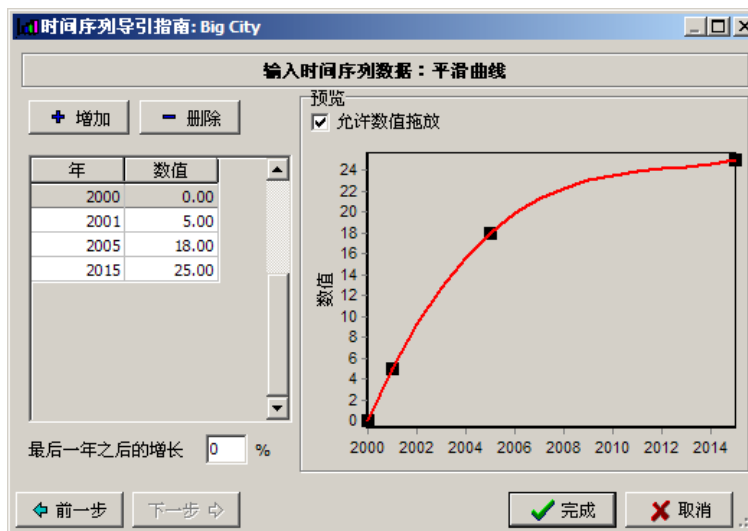
另一可以以预案形式研究的水保策略是再利用。生成一个继承“Reference”预案的新预案，称其为“大城市回用”。转至该新预案，点击“大城市”分枝。点击“损失和回用”按钮及“回用率”标签。



使用“表达式构建工具”在 2001-2015 下面输入如下表达式：

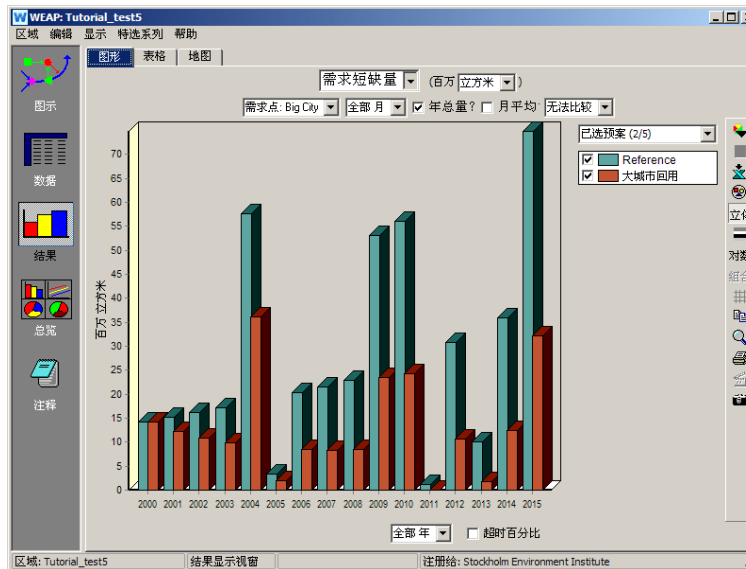
*Smooth(2001,5, 2005,18, 2015,25)*

首先，将“Smooth”（平滑曲线）函数拖至表达式构建工具的字符输入框并从所给选项选中“平滑曲线”。点击“下一步”并输入数据值。所得曲线如下。注意“现状基准”（2000）的“回用率”仍为 0。点击“完成”。



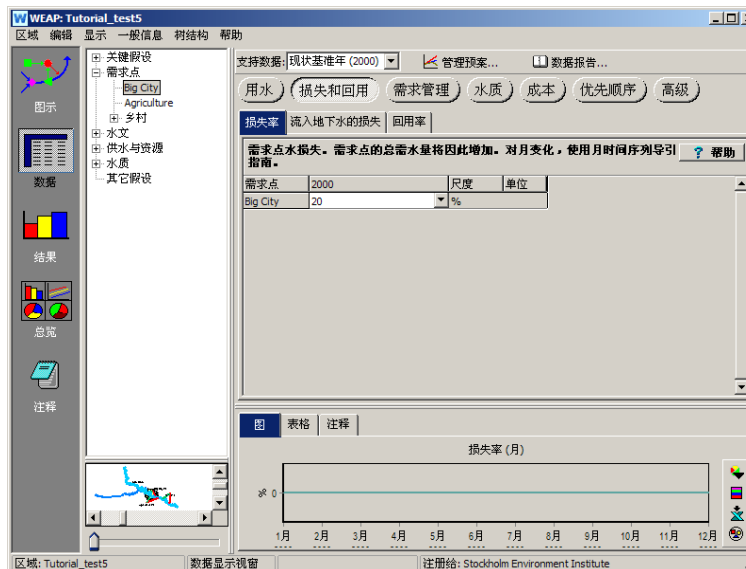
比较“大城市”采取该水保措施以前（Reference 预案）和现在（大城市回用预案）的“需求短缺量”。见下图。当采取水再利用策略后“大城市”的“需求短缺量”显著下降。



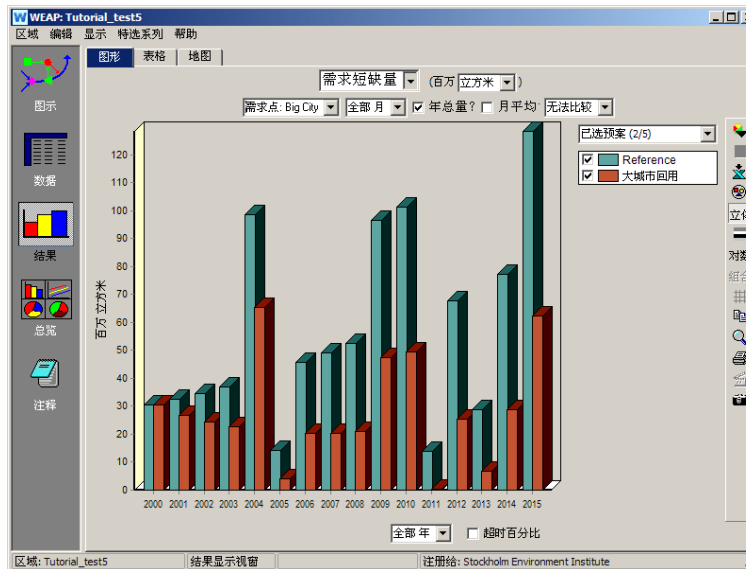


#### 4. 模拟损失 Model Losses

重新编辑模型，将“大城市”水网中 20%的“损失率”考虑进来。修改“现状基准”的数据以使“Reference”预案包括该参数，并按继承原则而使所有预案均包括该参数。



与前面没有考虑损失的情形相比，“大城市”在“Reference”和“大城市回用”两种预案下需求短缺量的变化如何？



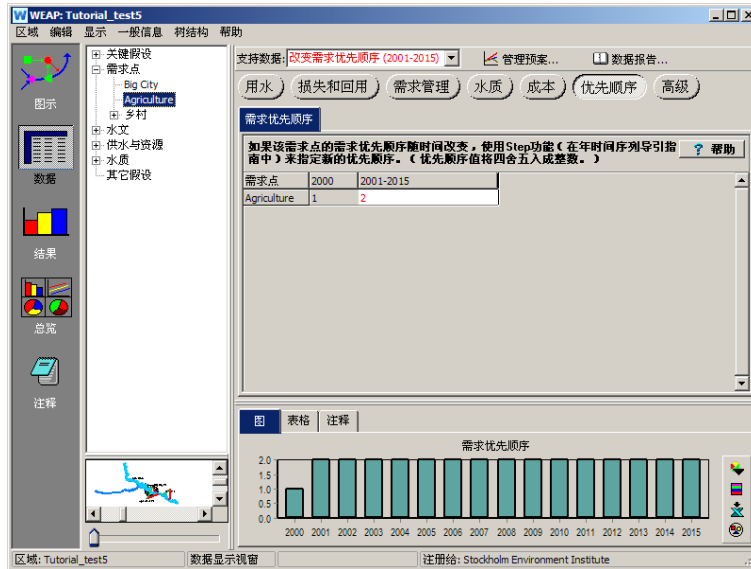
损失可以发生在“传输连接”中、在“需求点”本身或在“回流”过程中。“传输连接”中的损失将影响到“需求点”的供水。在“需求点”的损失将影响该“需求点”的“供水要求”。“回路”中的损失将只影响回流量。

## 设置需求分配优先顺序 Setting Demand Allocation Priorities

### 1. 编辑“需求点优先顺序” Edit Demand Site Priority

生成一个继承“Reference”的新预案，称其为“改变需求优先顺序”。在“数据”显示视窗中点击“农业”分枝然后点击“优先顺序”按钮、或在“图示”显示视窗中右击该节点并选“一般信息”来改变“农业”需求点的“需求优先顺序”。

将“需求优先顺序”从1改为2。



需求优先顺序可以是 1 到 99（99 为缺省值）之间的任何整数，允许用户指定需求点要求被满足的顺序。WEAP 试图在满足需求优先顺序为 2 或大于 2 的需求点的供水要求之前首先满足需求优先顺序为 1 的需求点的供水要求。如果两个需求点具有相等的优先顺序，WEAP 将试图同时满足它们的供水要求。对于优先顺序水平来说，绝对值并不重要；只有相对顺序有关系。例如，如果有两个需求点，优先顺序为 1 和 2 或 1 和 99 结果是一样的。

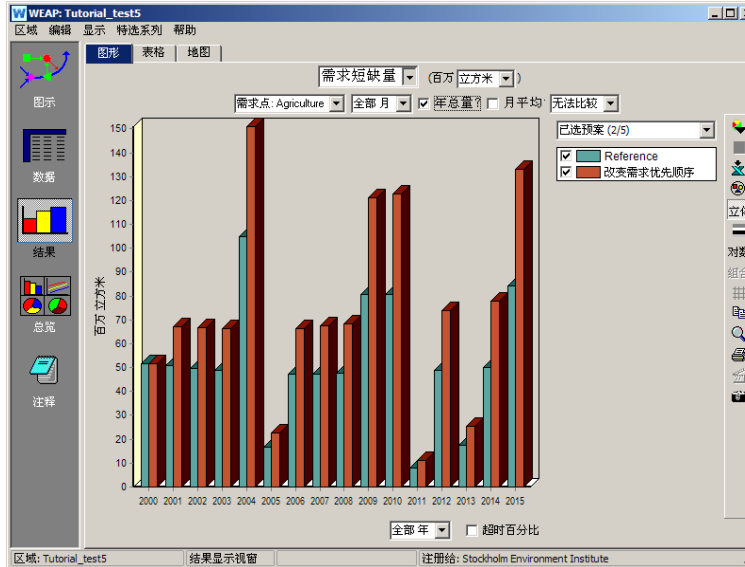


“需求优先顺序”允许用户在 WEAP 中以像在系统中实际出现的方式来代表水的分配。例如，下游农民可能有历史上形成的对河水的使用权，但在如果没有这种用水权的情况下上游的其它需求点会尽其所需地取水而给下游农民留下很少的水。“需求优先顺序”设置允许 WEAP 用户将农民的用水优先顺序设为高于上游需求点。“需求优先顺序”也可随时间变化，或在预案中变化 – 指导练习后面将讨论这些高级议题。

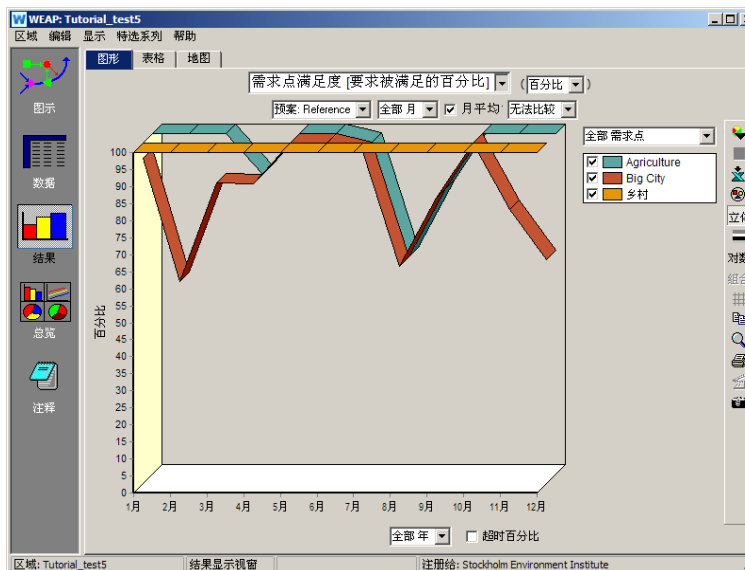
也可以在“数据显示视窗” / “优先顺序”屏幕 / “需求优先顺序”标签之下改变“需求优先顺序”。

## 2. 比较结果 Compare Results

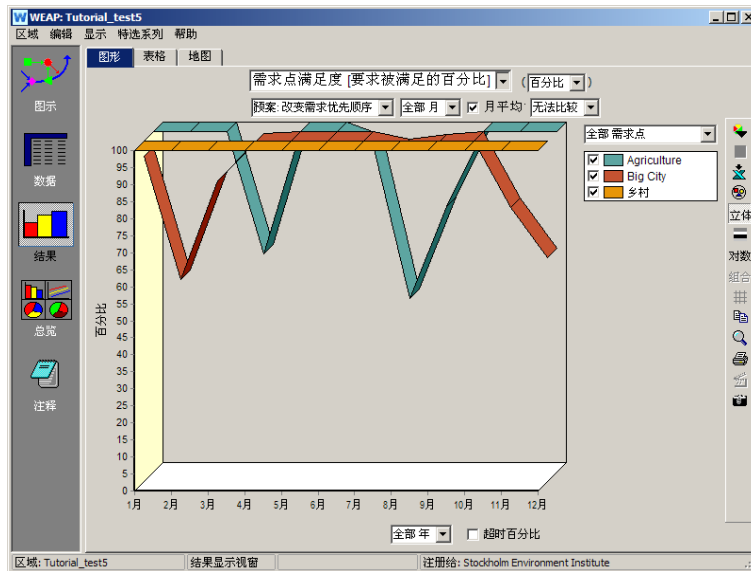
以图形形式显示“农业”需求点“Reference”和“改变需求优先顺序”预案下的“需求短缺量”。图形如下：



注意当“需求优先顺序”降为2时，“农业”的“需求短缺量”上升。这是因为现在“大城市”有首先满足其自身需求的优先权。可以通过生成“Reference”预案下所有年份“大城市”和“农业”的月平均“需求满足度”图来观察这种变化。



将上图与“改变需求优先顺序”预案下的同一结果图比较。



注意在“Reference”预案下，在春季和夏季较晚的月份，“大城市”和“农业”的需求都得不到充分满足，因为它们对“主河流”来水具有同样的竞争力。而当“大城市”的需求优先顺序提高后（“改变需求优先顺序”预案），它的满足度相对于“农业”来说得到改善。有时，“农业”的“满足度”是100%，但是“大城市”的要低 – 那是因为不存在“农业”需求（主要发生在冬季）。注意“乡村”的“需求满足度”总是100% -- 这是因为“大城市”和“农业”的回流满足了“乡村”需求点的需求。



---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 精调供给 Refining the Supply

针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

<i>改变供给择优顺序 Changing Supply Priorities.....</i>	88
<i>模拟水库 Modeling Reservoirs .....</i>	91
<i>增加“流量要求” Adding Flow Requirements .....</i>	97
<i>模拟地下水资源 Modeling Groundwater Resources.....</i>	100

November 2007

**注意 Note:**

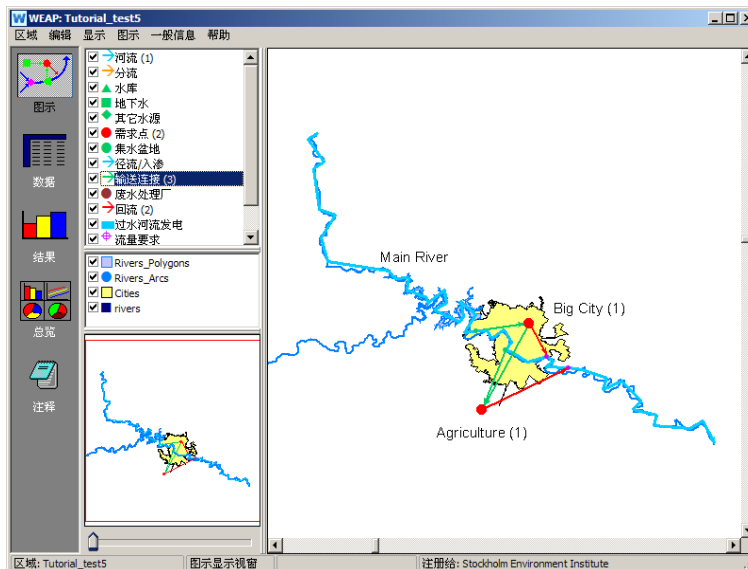
使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 改变供给择优顺序 Changing Supply Priorities

### 1. 为水回用生成一个新的“输送连接” Create a new Transmission Link for water reuse

从“大城市”需求点到“农业”需求点生成一个新的输送连接。这是在农业上回用城市废水的概念模型。将该“输送连接”的“供给择优顺序”设为 2。

供给择优顺序 2



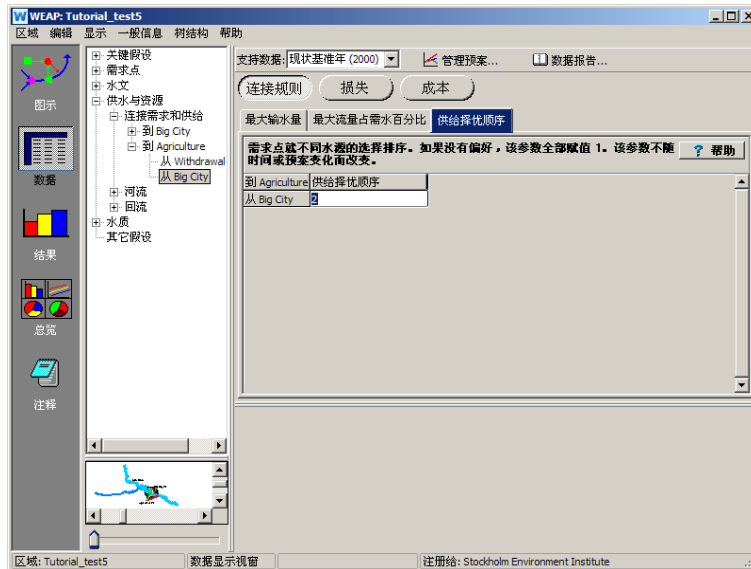
如果水质可能是问题，可在“农业”接受来水之前加入一个处理“大城市”出水的废水处理厂。在图示中加入处理厂使得模拟处理前后水质变化成为可能。

### 2. 改变“供给择优顺序”的结果 Results when you change Supply Preferences

改变为“农业”供水的两个连接的“供给择优顺序”并查看“需求满足度”的相关结果。可通过右击“图示”显示视窗中的“输送连接”、或在“数据”显

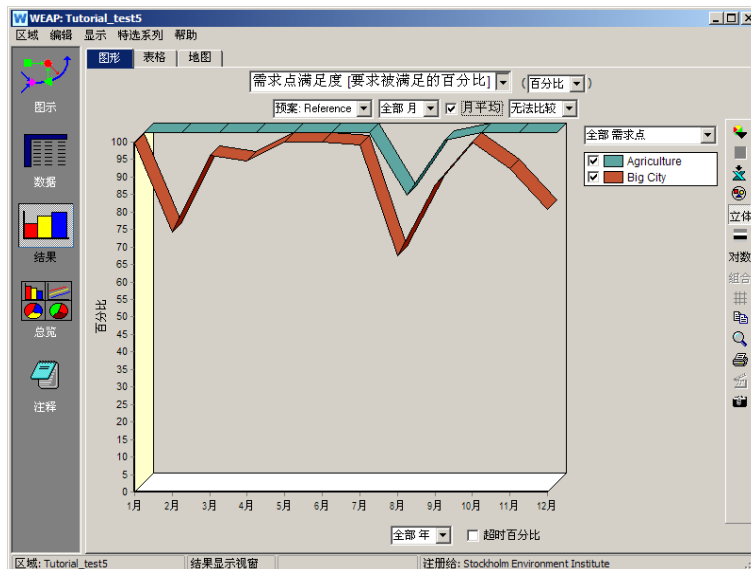


示视窗中点击“供水与资源 / 连接需求和供给 / 农业”之下的相应“输送连接”来改变“供给择优顺序”。

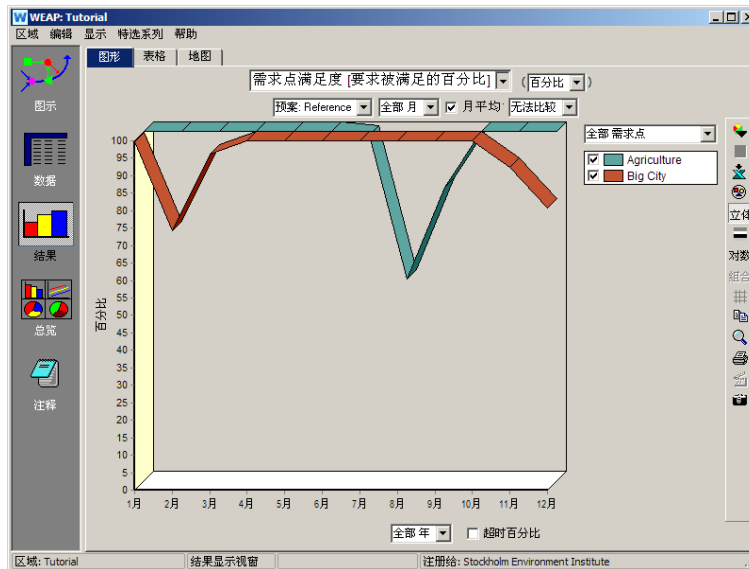


尝试如下组合:

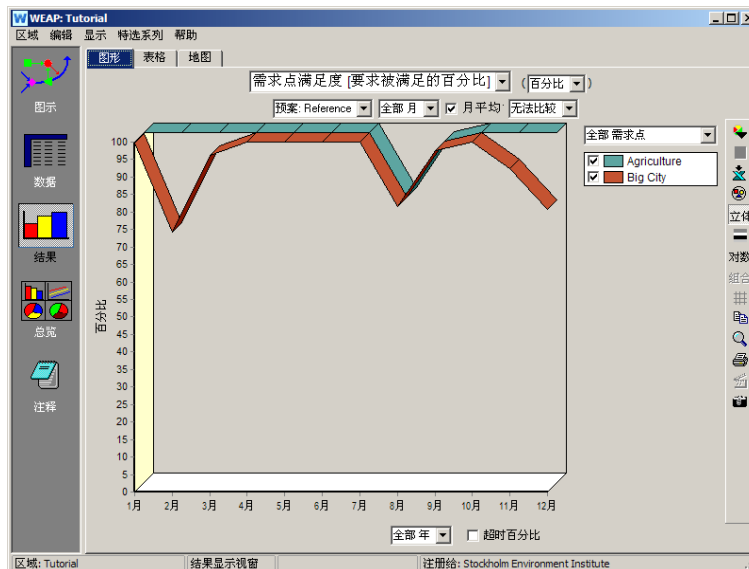
供给择优顺序 = 1 从“主河流”，2 从“大城市”



供给择优顺序 = 2 从“主河流”，1 从“大城市”



供给择优顺序=1 从“主河流”，1 从“大城市”



是否理解为什么当“供给择优顺序”改变时，“需求满足度”出现差异？



可以通过“图示 / 变换优先序的显示”菜单来更改图示中择优顺序的显示。“显示分配顺序”选项将显示 WEAP 计算供给的实际优先顺序。这是“输送连接”的“供给择优顺序”和“需求点”的“需求优先顺序”的函数。

注意用户可以通过生成替代预案来像研究改变“需求优先顺序”一样研究改变“供给择优顺序”的影响。

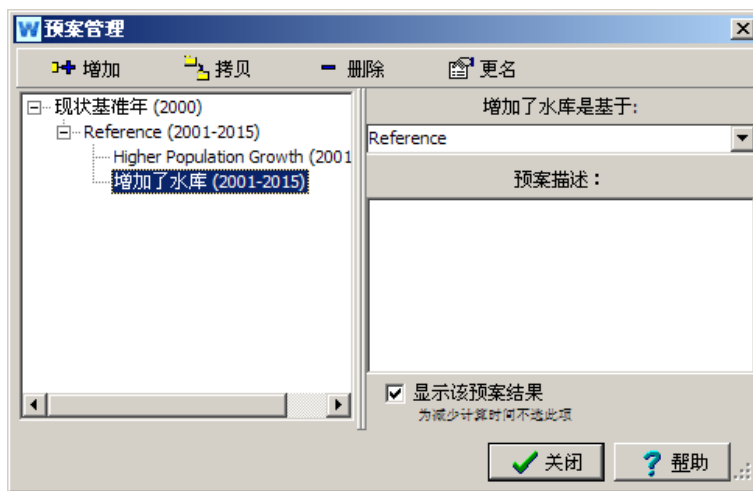
### 3. 回复至原来的模型 Revert to original model

使用“区域 / 回复版本”菜单选项。如同本练习开始时一样，选“Starting Point for all modules after Scenarios module”。

## 模拟水库 Modeling Reservoirs

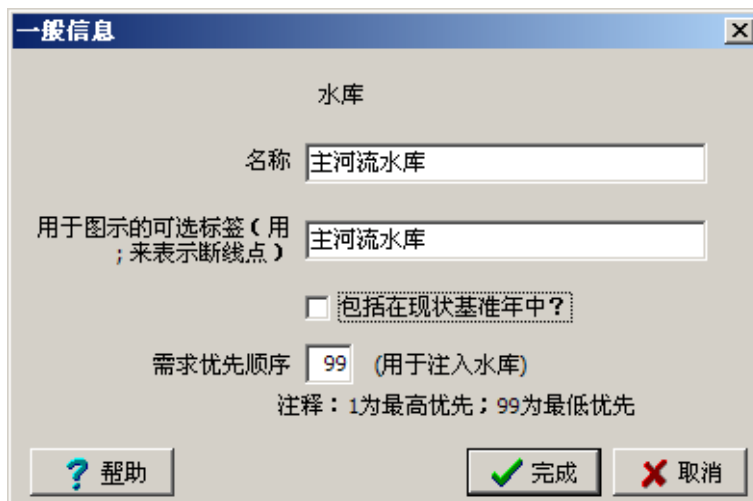
### 1. 生成水库并输入相关数据 Create a Reservoir and enter the related data

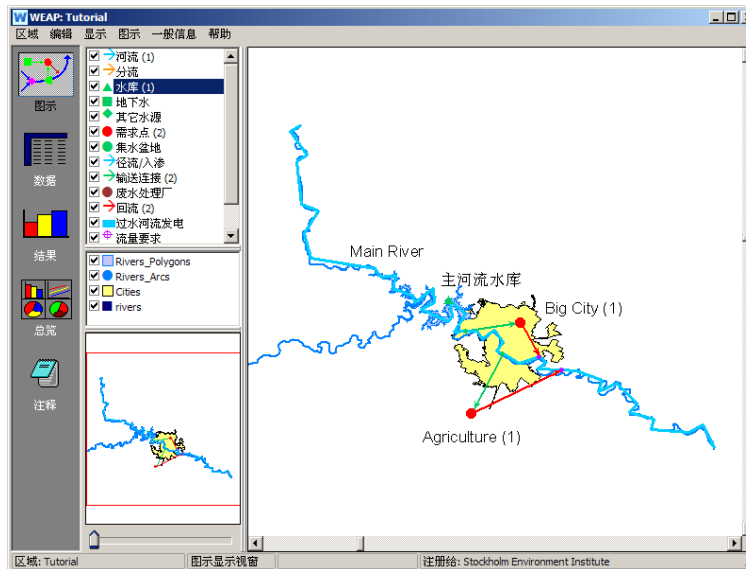
首先生成一个继承“Reference”的新预案，并称其为“增加了水库”。



然后在“主河流”上“大城市”的上游加入一个水库，并称其为“主河流水库”。注意该水库不包括在现状基准中，在对话框中取消该选项。

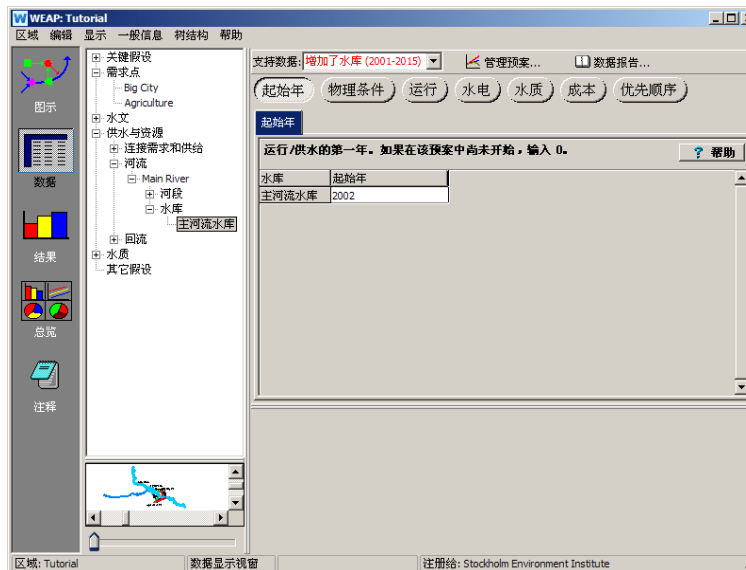
无需改动“需求优先顺序” 99（缺省值）。





右击“主河流水库”并选“编辑数据”。选“总库容”变量并进入“数据”显示视窗（保证“增加了水库”预案已选）。进入“数据”显示视窗后，在能够改变任何其它参数之前，必须首先点击“起始年”按钮。

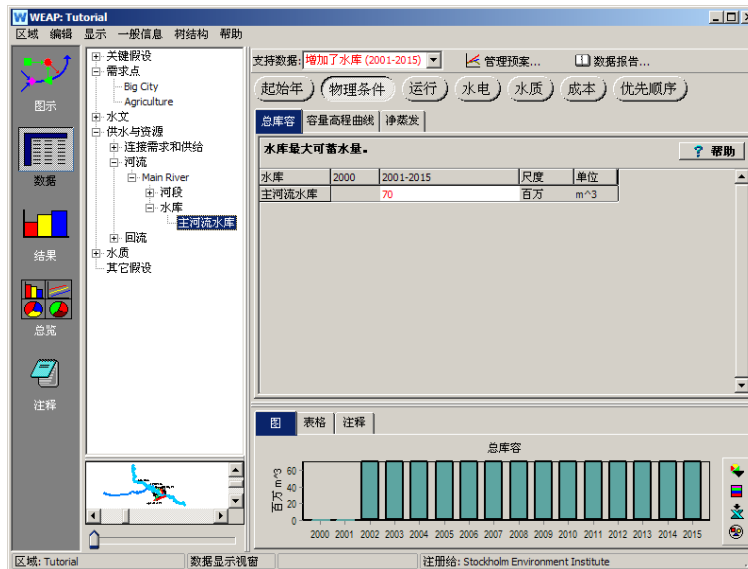
选“2002”作为“主河流水库”的起始年



然后点击“物理条件”按钮并改变以下参数：

Then click on the “Physical” button and change the following parameters:

总库容                      70 M m<sup>3</sup>  
注意“尺度”应设为“百万”

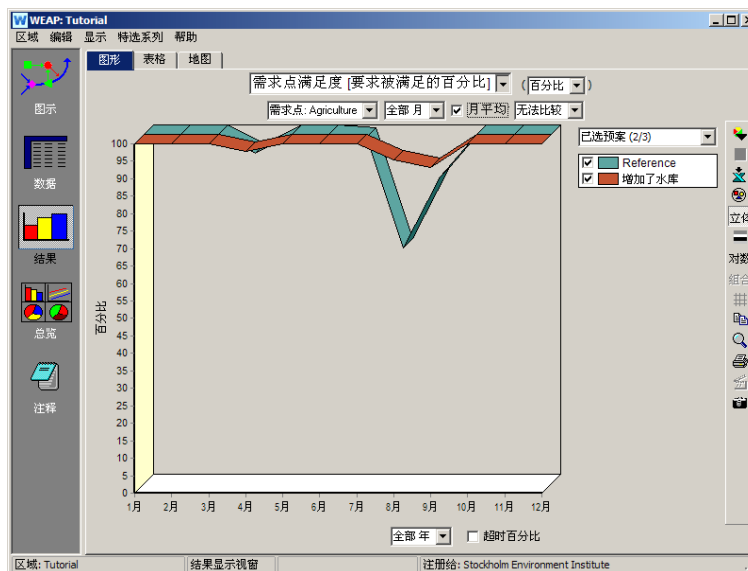


关于水库运行和发电的更多细节包括在 WEAP 指导练习的“水库和发电”模块中。

## 2. 运行模型和评估结果 Run the Model and Evaluate the Results

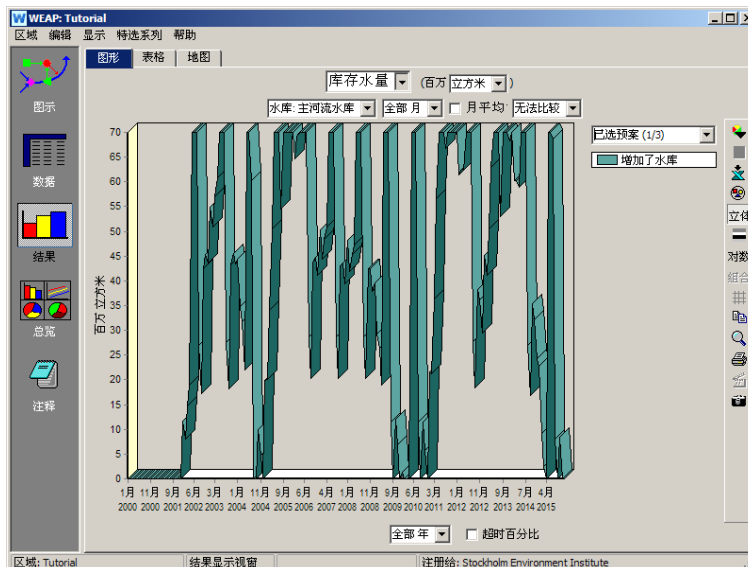
比较“Reference”和“增加了水库”预案下的“农业”的需求满足度。

-需求满足度：在“主河流水库”存在的情况下，为什么“农业”的满足度更高？



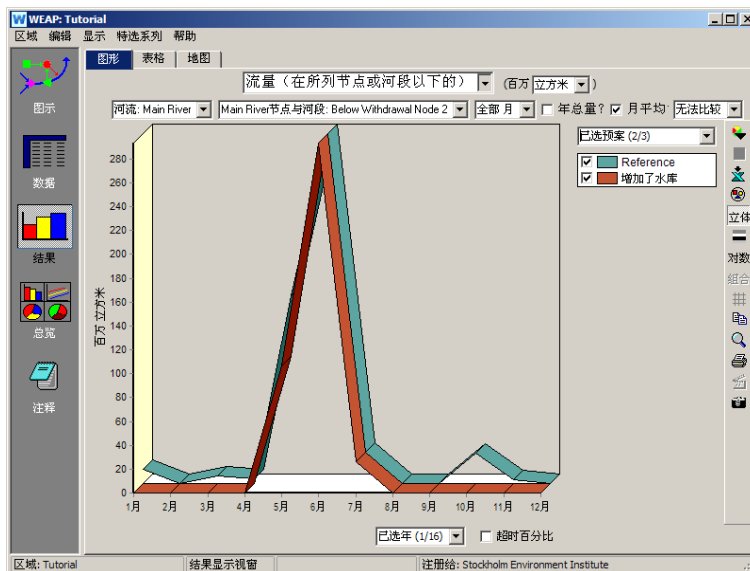
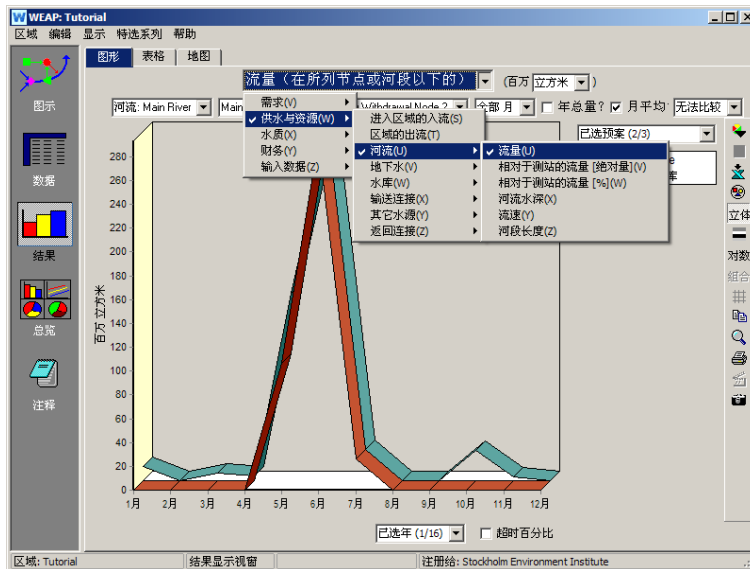
- 水库库存水量：修建水库这一解决方案是可持续的吗？

从主变量下拉菜单中选“库存水量”（在“供水与资源 / 水库”之下），从图形底部的下拉菜单中选“全部年”。

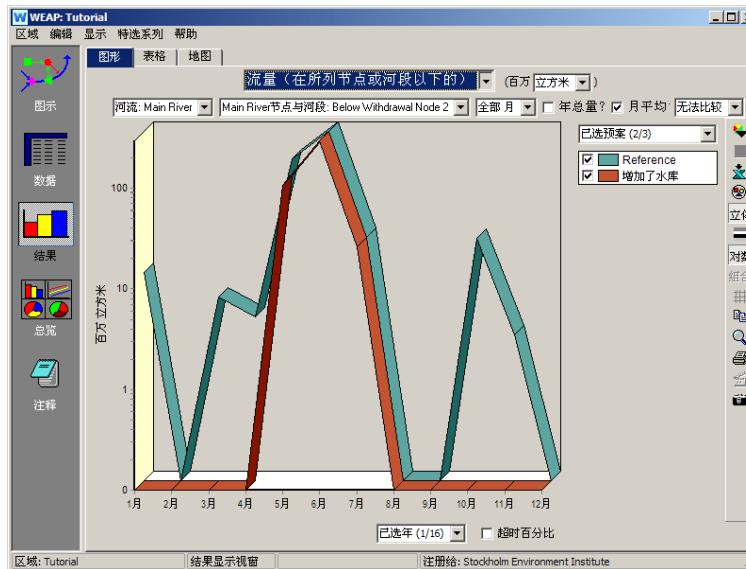


- 河中流量：与“Reference”预案相比，在“主河流”上增加水库对下游流量有什么影响？

从主变量下拉菜单中选“流量”（在“供水与资源 / 河流”之下），点击“月平均”。用窗口底部下拉菜单中的“已选年”选项选 2002 年，并选“Withdrawal Node 2”（取水节点 2）以下河段作为比较。

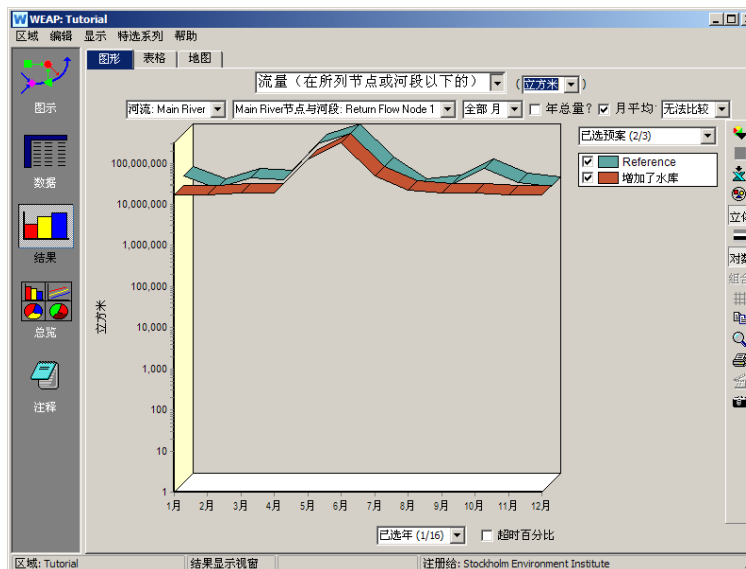


可以转为对数坐标（按钮在窗口右侧的工具栏中）来更清楚地观察“主河流水库”上游和下游流量的差别。



然后选“Return Flow Node 1”（回流节点1）下游的河段来比较。

-为什么两种预案下该河段的流量更接近？



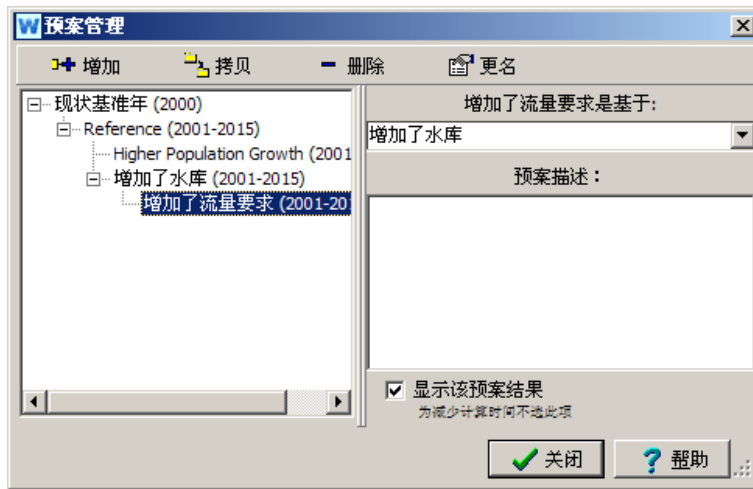
修建大型水库允许流量高的季节“过剩”水量的存储，并以此弥补流量低的季节的需水。但这样做的代价是对水库下游河流水文体系的较大影响。从“大城市”和“农业”的回流构成了春季和冬季月份“主河流”的流量。可以运用水库的运行变量和流量要求来减少水库对下游的影响。



# 增加“流量要求” Adding Flow Requirements

## 1. 生成一个“流量要求” Create a Flow Requirements

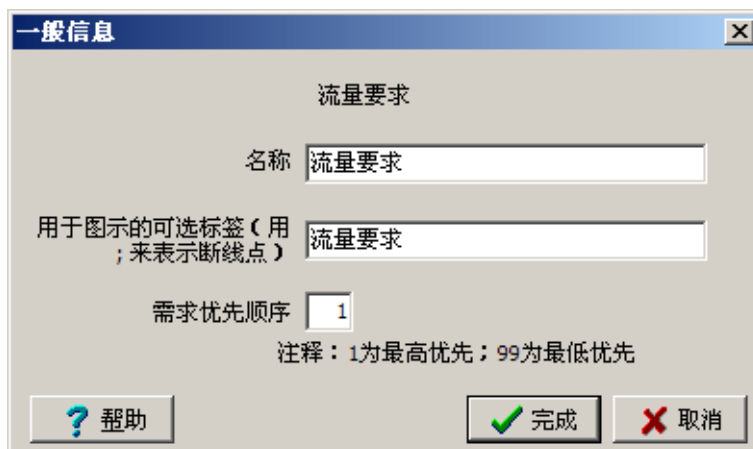
生成另一个新预案：“增加了流量要求”。该预案继承“增加了水库”预案。预案树结构如下：



然后在“图示”显示视窗中在“大城市”取水点下游“农业”取水点上游加入一个“流量要求”

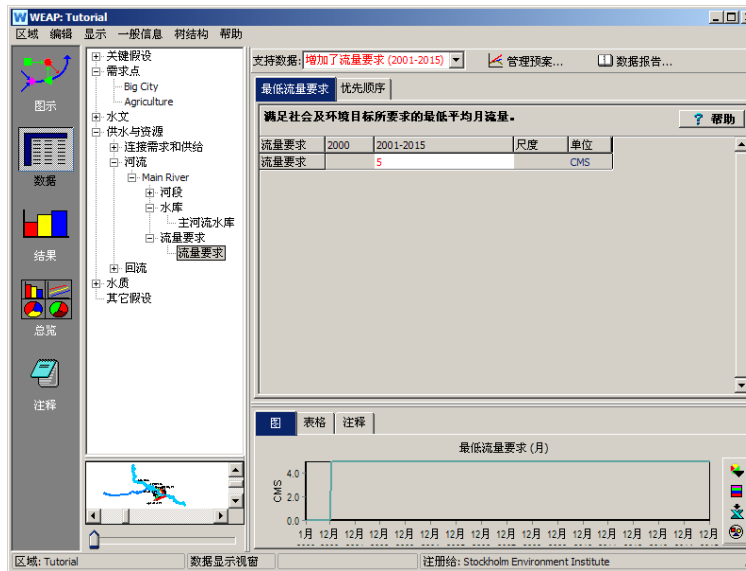
需求优先顺序

1 (缺省值)



右击“流量要求”并选“编辑数据 / 最低流量要求”。输入下面的值（保证“流量要求”仍为已选预案）：

## 最低流量要求 5 CMS

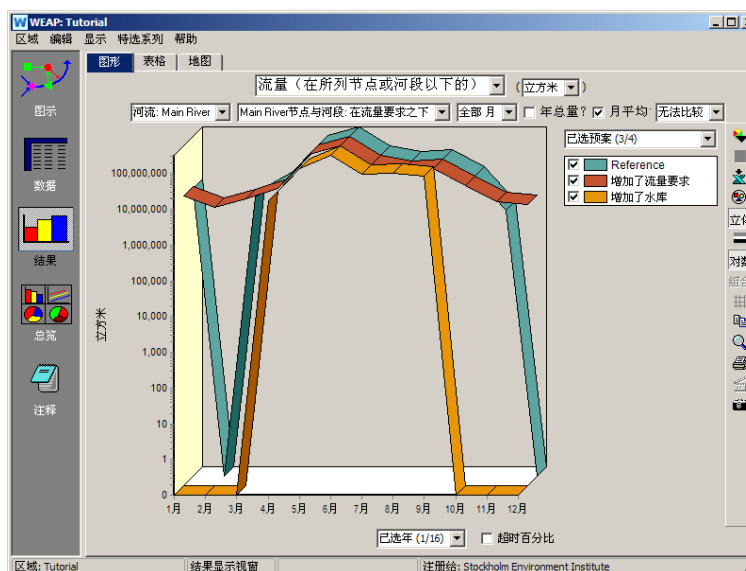


## 2. 运行模型及评估结果 Run the Model and Evaluate the Results

查看结果并思考以下问题。

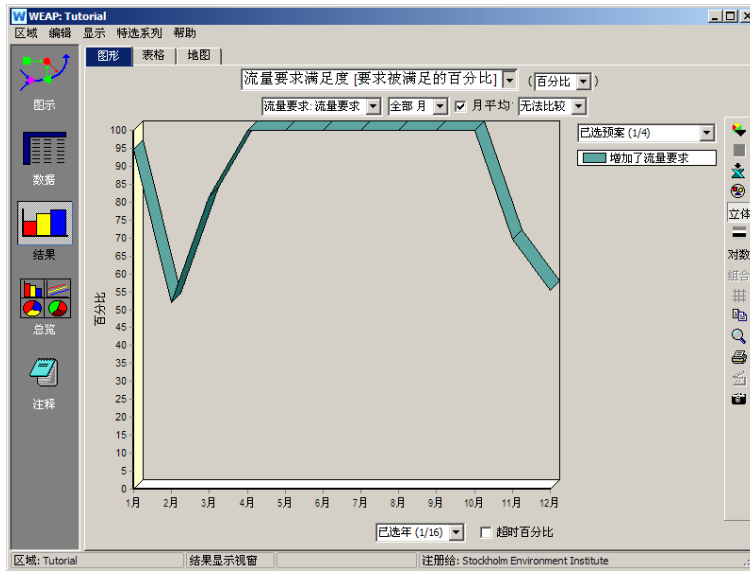
-加入流量要求对该点以下河段的流量有什么影响？

比较 2002 年“Reference”预案、“增加了水库”预案和“增加了流量要求”预案下“流量要求”点下游的流量。所得图形应如下：



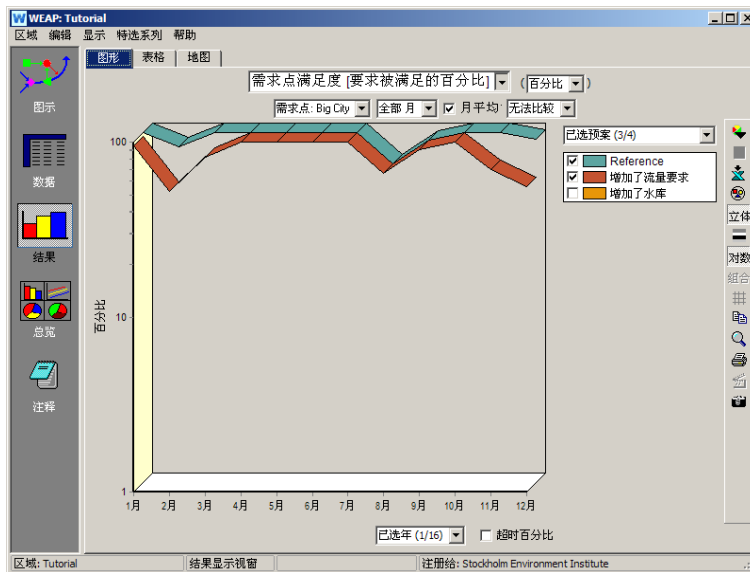
- “流量要求”的满足度时多少？

选主变量下拉菜单中“需求”之下的“河道内流量要求满足度”来查看这些数据。（查看时关掉y轴的对数显示，只选“增加了流量要求”预案。）



-为什么“大城市”的满足度发生了变化？

选主变量下拉菜单中“需求满足度”选项，选“大城市”需求点，并选“Reference”预案、“增加了流量要求”预案和“增加了水库”预案来查看。



-假定该流量要求比为“大城市”供水更为重要，怎样来修改模型以保证流量要求得以满足？

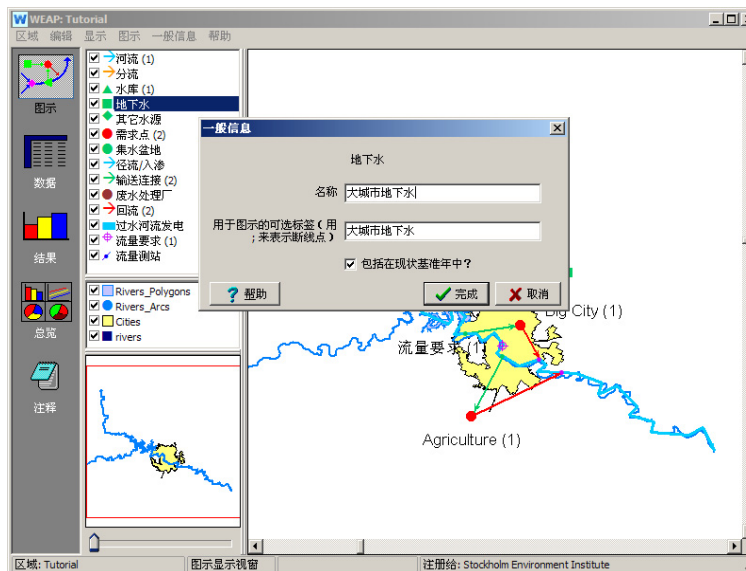


“大城市”、“农业”和“流量要求”的“需求优先顺序”相对水平将决定哪个需求点的需求首先得到满足。为保证“流量要求”首先得到满足，将“大城市”的需求优先顺序值改为大于“流量要求”的需求优先顺序值，因为“大城市”在“流量要求”的上游。

## 模拟地下水资源 Modeling Groundwater Resources

### 1. 生成一个地下水资源节点 Create a Groundwater Resource

在城市旁边生成一个“地下水”节点并称其为“大城市地下水”。将其包括在现状基准中。



为“大城市地下水”赋以下属性（输入数据时确保是在“现状基准”中 – 如果不出现“初始储量”标签说明不在“现状基准”中）：

最大储量 无限制（缺省值，此栏空白即可）

初始储量 100M m<sup>3</sup>

天然补给（使用“月时间序列导引指南”对话框，在“2000”下面的输入框中）

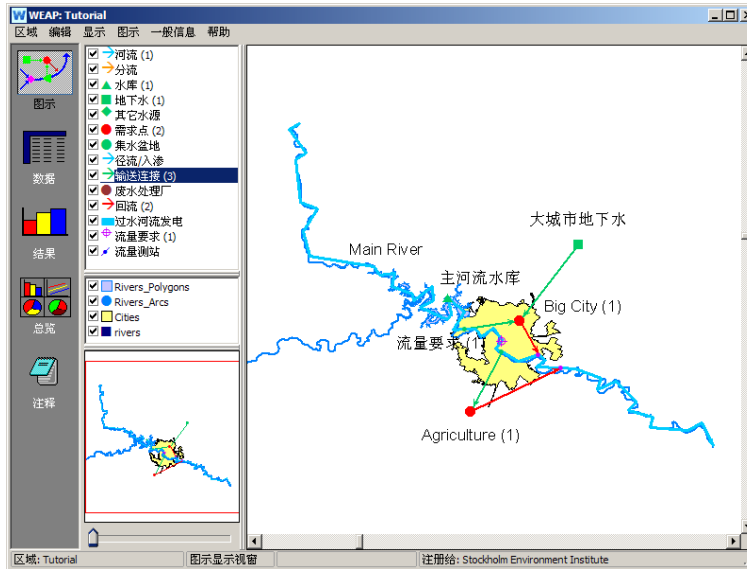
- 11 月到2 月      0M m<sup>3</sup>/月
- 3 月到10 月      10M m<sup>3</sup>/月



## 2. 连接“大城市地下水”和“大城市” Connect Big City Groundwater with Big City

用“输送连接”将“大城市地下水”与“大城市”需求点连接起来，令“供给择优顺序”为2。

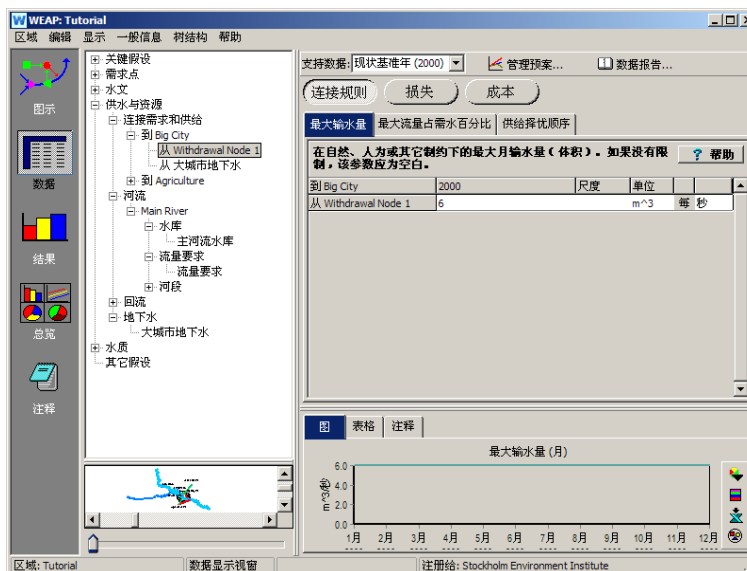
模型如下图：



### 3. 更新“主河流”和“大城市”之间“输送连接”的属性 Update the characteristics of the Transmission Link between the Main River and Big City

改变“主河流”（Withdrawal Node 1 – 取水节点 1）和“大城市”之间“输送连接”的属性（确认是在“现状基准”下）：

供给择优顺序                    1 (缺省值)  
 最大输水量                        6 m<sup>3</sup>/秒

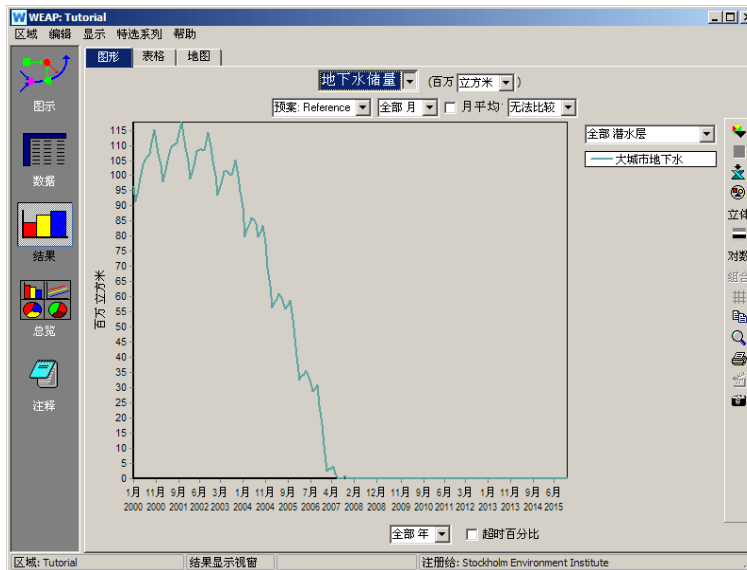


## 4. 运行模型及评估结果 Run the Model and Evaluate the Results

查看结果并思考以下问题。

- 在这些条件下为满足需求而需要提取的地下水量是可持续的吗？

为查看结果，在“供水与资源 / 地下水”下拉菜单项中选“储量”。

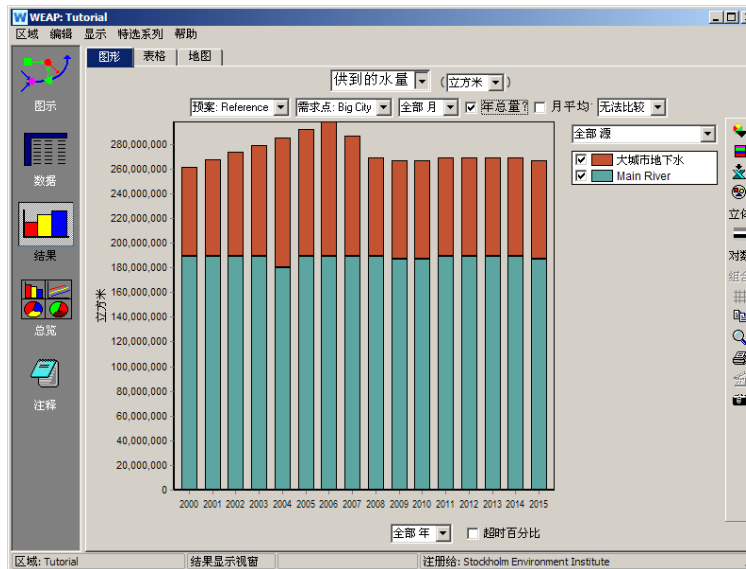


- 在“大城市”需求点，“大城市地下水”和“主河流”中的水的相对使用情况是怎样随时间变化的？



“最大输水量”和“最大流量占需水百分比”参数代表资源的供给能力限制（例如由于设备的制约）。

为查看“大城市”的结果图首先从主变量下拉菜单中选“需求 / 供到的水量”。在窗口右面图例上方的下拉菜单中选“全部源”。然后从图形上方主变量选取框下面的下拉菜单中选“大城市”为要查看的需求点。点击“年总量”选择框。



地下水补给和与大气降水及地表水的交互作用可以被模拟，而不仅仅是直接输入数值。详见指导练习的“水文模拟”部分。

其它水资源可以使用“其它水源”目标来模拟，并以月“生产”曲线来表征。例如，“其它水源”目标可以用于模拟海水脱盐工厂或跨区域调水。



---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 数据、结果和格式 Data, Results and Formatting

针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

交换数据 *Exchanging Data* ..... 106

输入时间序列 *Importing Time Series* ..... 109

整理结果 *Working with Results* ..... 112

调整格式 *Formatting* ..... 116

November 2007

**注意 Note:**

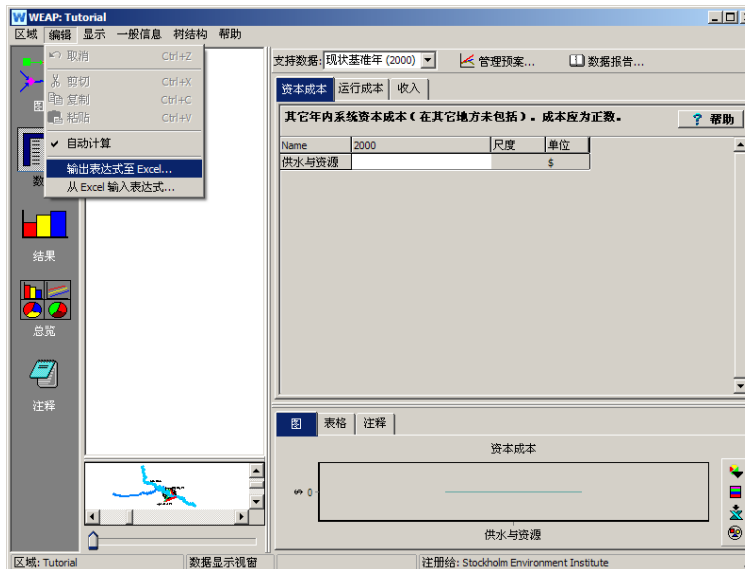
使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

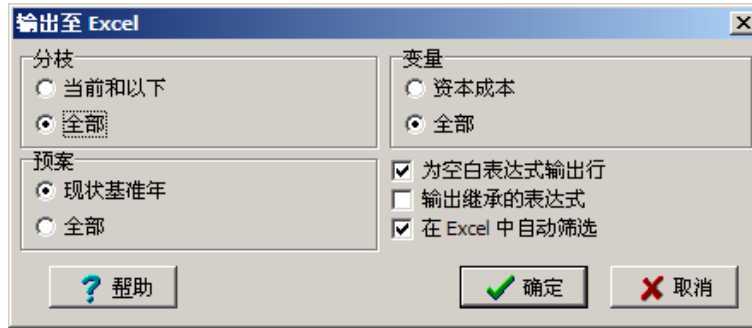
## 交换数据 Exchanging Data

### 1. 向 Excel 输出数据 Export Data to Excel

在“数据”显示视窗中选“编辑 / 输出表达式至 Excel”来向 Excel 输出整个模型。

*仅输出“现状基准”的全部分枝和全部变量（该示例中不要输出任何预案）至新的 Excel 文件。其它选项保留缺省值。*



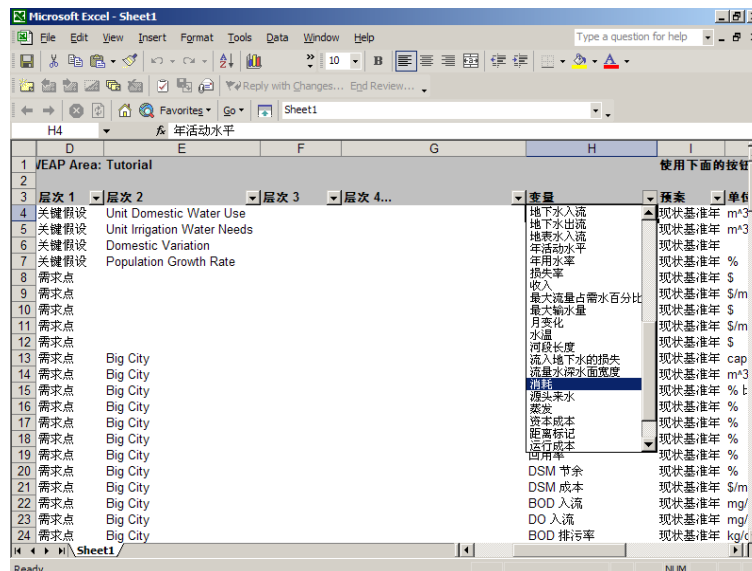


以上步骤生成一个新的 Excel 文件，其中包含所有可以在“数据”显示视窗修改的变量并使用与“数据树”相同的结构。在大型模型中，可以选择只输出当前分枝和/或变量。

## 2. 使用 Excel 的自动筛选选项 Use Excel's Auto Filtering Option

在前面生成的 Excel 电子表格中，筛选内容使之只显示“消耗”变量。可能需要右滚动来查看“变量”列。

使用“变量”标题右边的箭头在下拉菜单中选“消耗”变量。

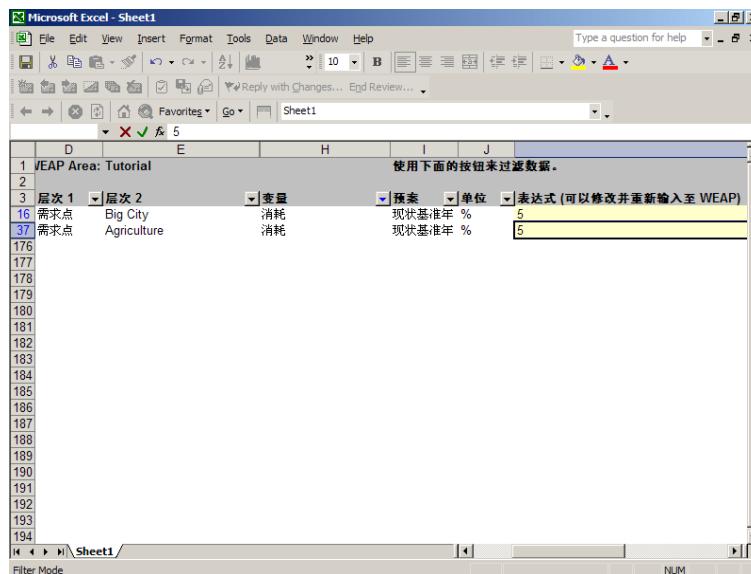


自动筛选并不改变或删除数据；它只是将不感兴趣的行隐藏起来。可以使用多层筛选。

### 3. 修改数据 Modify Data

在前面生成的 Excel 电子表格中，在背景为黄色的列中作如下修改（最好隐藏一些列这样可以在窗口中同时看到变量值和它们所属的需求点）：

大城市消耗                      5% (原来值为 15)  
 农业消耗                         5% (原来值为 90)



输入的数值并不为代表真实情况，仅为举例而已。

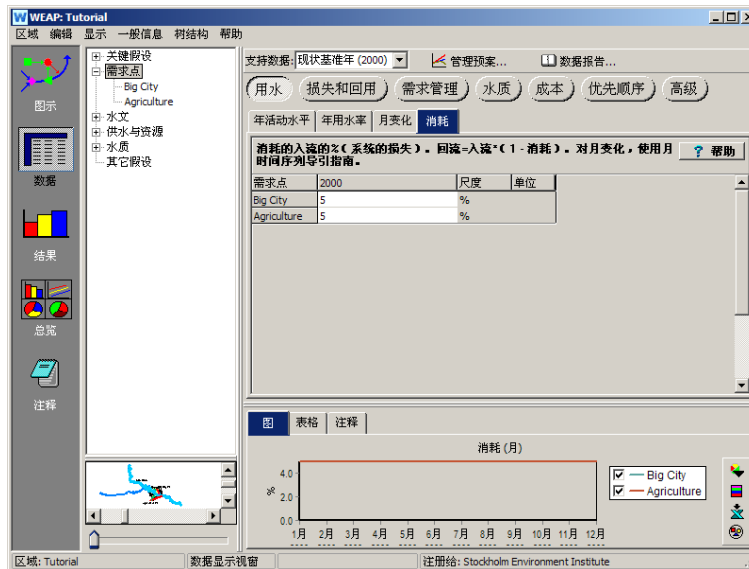
生成大型模型时，输入大量数据的快捷方式是使用 Excel 的输入输出功能。然而这样做要求用户以统一的方式（数据结构、名称）设置模型。

### 4. 从 Excel 输入数据 Import the Data from Excel

重新输入在 Excel 中修改过的数据。

在 WEAP 中选“编辑 | 从 Excel 输入...”

检查“消耗”数据在模型中已经改过。



WEAP 总是从最近显示的 Excel 文件中读取数据。如果有几个 Excel 文件同时打开着，应保证在开始向 WEAP 输入之前选择需要从中输入数据的 Excel 文件。

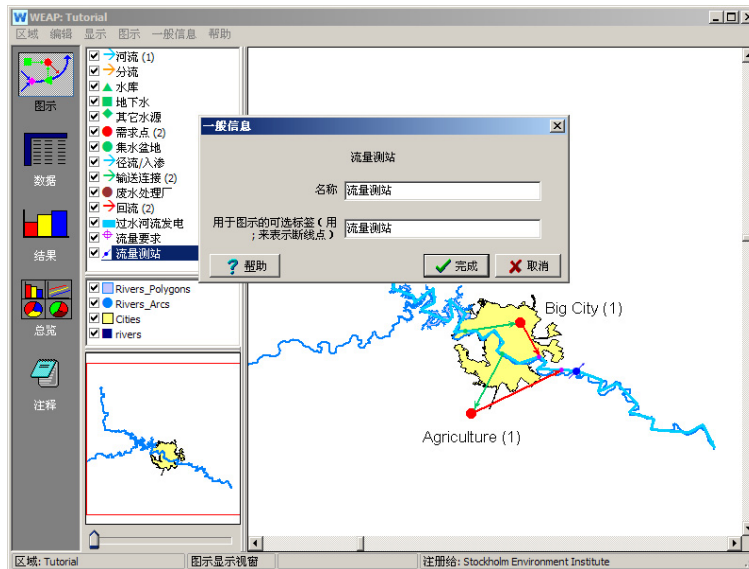
从 Excel 文件向 WEAP 输回数据时，将读取全部行，包括通过自动筛选滤出的行。

## 输入时间序列 Importing Time Series

### 1. 生成流量测站目标 Create a Streamflow Gauge Object

在模型中加入“流量测站”目标。

在“大城市”下游和“农业”和“大城市”回流节点之下插入“流量测站”。

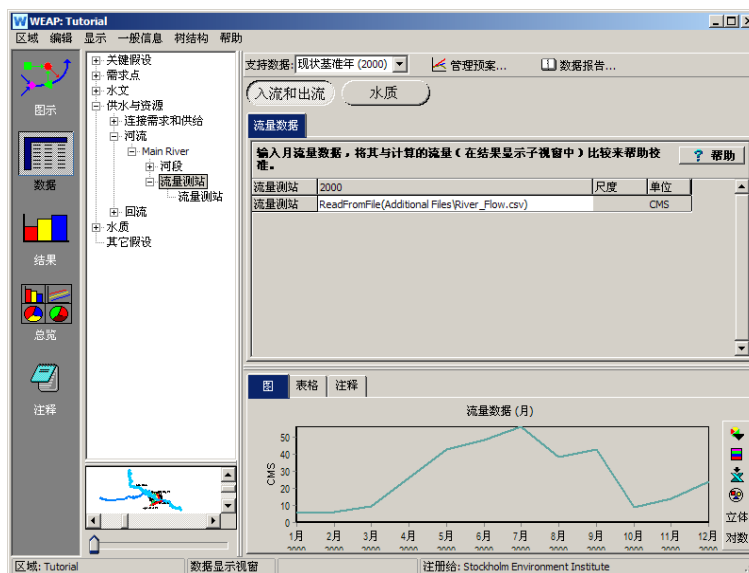


## 2. 输入文本文件数据 Import Text File Data

从一个包含至 2003 年约 100 年的流量测量数据的、以逗号为间隔的文本文件输入流量数据。使用“数据树”的“供给和资源 / 河流 / 流量测站”分枝中测站“流量数据”标签下的“从文件读取”功能（用表达式构建工具）来输入文件。

键入如下函数，从区域文件夹中称为“Additional Files”的目录下的文件中读取：

*“ReadFromFile(Additional Files \ River\_Flow.csv)”*





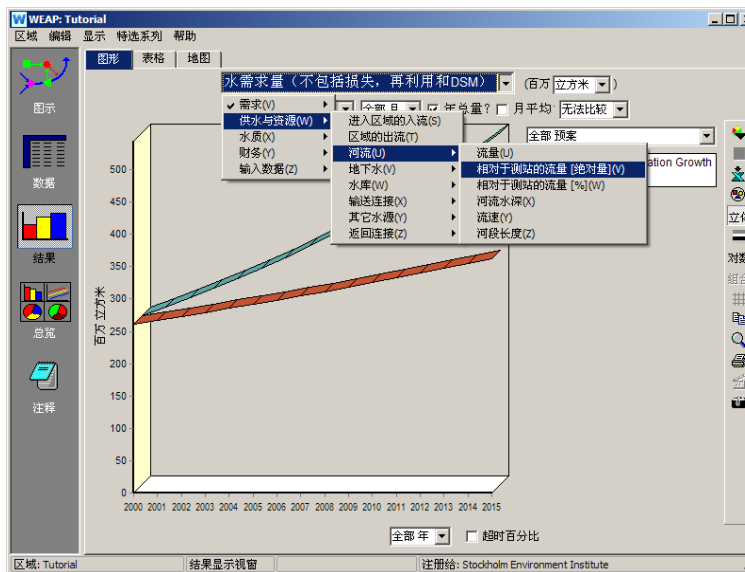
“从文件读取”功能可以用于任何要求时间序列的变量、月的或者年的，如源流、地下水补给，等等。

WEAP 将自动找到需要的年和月，并只使用对应的相关数据。如果改变模拟的年份，WEAP 也将自动读入相应的数据。

关于该功能句法和数据文件格式的详细解释在帮助主题“从文件读取”中。

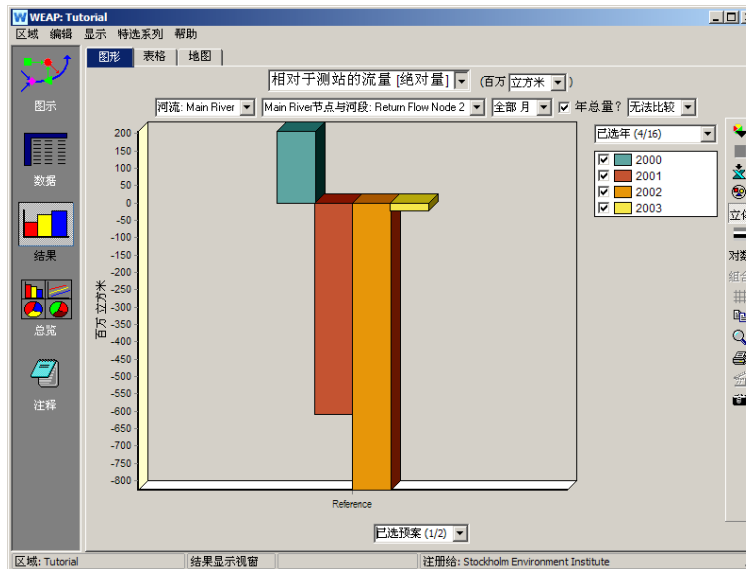
### 3. 比较实际和模拟的流量 Compare the Actual and Modeled Streamflow

重新计算结果并比较历史流量数据和 WEAP 模拟流量。点击“结果”显示视窗中“图形”标签并从主变量下拉菜单中选“供水与资源 / 河流 / 相对于测站的流量[绝对量]”。



WEAP 将流量测站观测的流量与最近的上游节点作比较。例如本例中，该节点为 Return Flow 2（回流节点 2）（即“农业”的回流）。比较观测和模拟流量是用户用于评价模型是否准确模拟系统的一种手段。

从图形图例上方的下拉菜单中选“已选年”选项，并仅选 2000、2001、2002 和 2003 年（“现状基准”是 2000 年，数据文件不包含 2003 年以后的测流数据）。选“已选年”选项时，将自动显示“Reference”预案。图形应如下：



注意模拟流量在“现状基准年“（2000年）高于观测流量，但在其后的年份低于观测值。

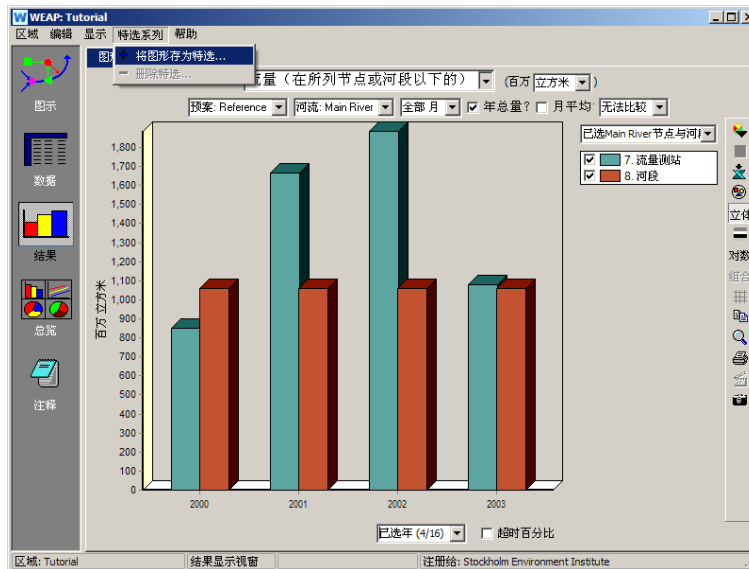
## 整理结果 Working with Results

### 1. 生成特选图 Create a Favorite Graph

生成一幅流量图，同时显示流量测站记录的实际流量和模拟的测站上游恰当的节点（本例中为 Return Flow Node 2，回流节点 2）处的流量。首先从主变量下拉菜单中选“流量”。然后从“供水与资源 / 河流 / 流量”图中图例上方的下拉菜单中“已选主河流节点和河段”选项打开的对话框中选“流量测站”和“Below Return Flow Node 2”（回流节点 2 以下）（见下图）。最后，从窗口底部的下拉菜单中选择在图中表示 2000、2001、2002 和 2003 年。

用“特选系列 / 将图形存为特选”菜单选项将该图存为特选图。称其为“模拟与实测流量比较”。





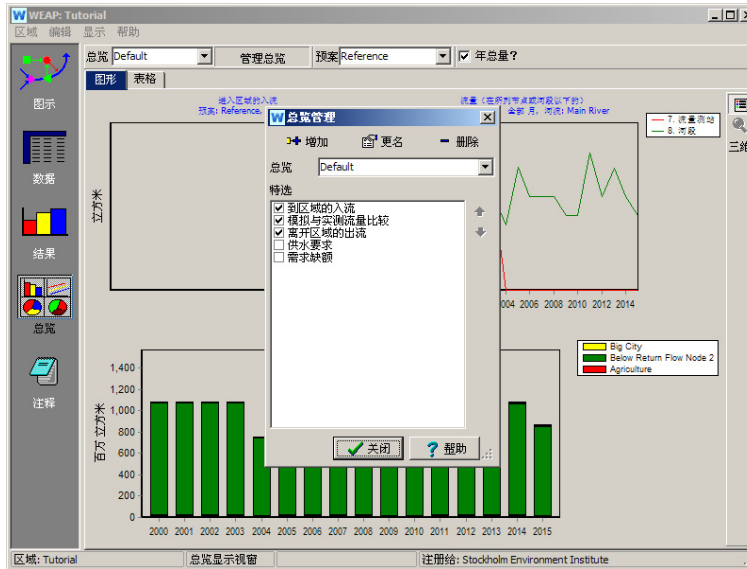
从现在开始，该图将出现在“结果”显示视窗中的特选图清单上。

也可以利用“结果”显示视窗右边工具栏中的按钮将数据输出至 Excel 或拷贝到剪贴板上、改变图表的格式和显示、计算统计值、将数值最小的序列组合在一起，等等。

## 2. 生成总览 Create an Overview

生成显示到区域的流量、入流和出流的图形的“总览幅”。

打开“总览”显示视窗。在“总览管理”对话框中选“到区域的入流”、“离开区域的出流”和前面一步生成的特选图。

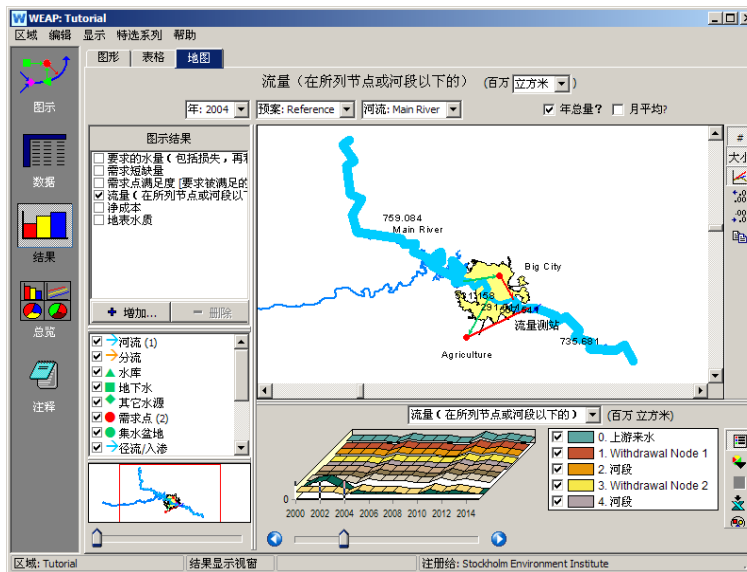


总览可以建立在特选图的任何组合之上，但必须首先在“结果”显示视窗中生成特选图。总览图涉及的数据也可以表格形式显示（选“表格”标签）并输出至 Excel。

### 3. 使用动态地图 Use the Dynamic Map

“动态结果图”是获得随时间变化的结果的概览的一个便捷方式。在“结果”显示视窗中选“地图”标签并移动显示窗口最下面的滑动时标，查看显示的参数的变化情况。


选“主河流”流量来查看。



注意当左右移动滑动时标时，滑动时标上面的图形中出现一个指针，指示所选数据（本例中为 2004 年总量）。窗口上部的“图示”显示视窗中，当数据变化时，河宽也随之增大或缩小，且显示各个河段的数据值。

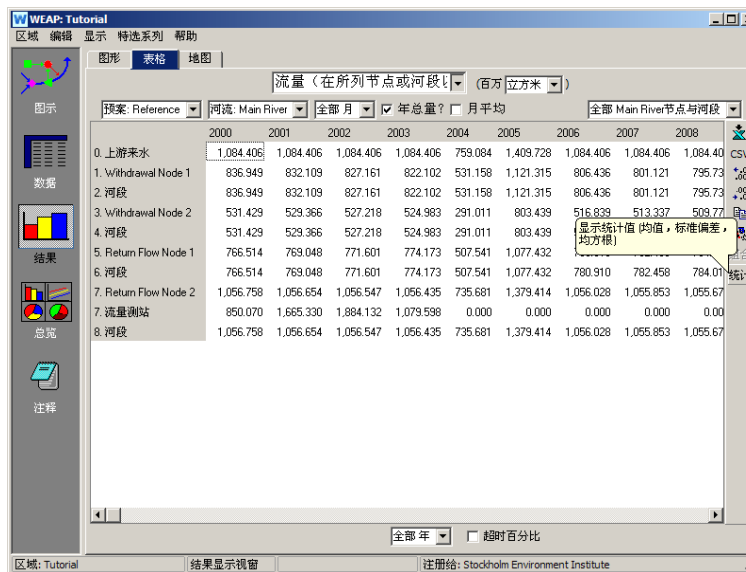
## 4. 向 Excel 输出结果 Export Results to Excel

全部结果可以从“结果”显示视窗中输出至 Excel。此时将生成新的 Excel 文件，包含与 WEAP 中一样的表格形式的结果。

在“结果”显示视窗的“特选系列”菜单中选前面刚生成的特选图。点击“表格”标签，按窗口右侧工具栏中“输出表至 Excel”按钮(  )将相关数据输出至 Excel。

## 5. 计算统计值 Calculate Statistics

可以在“结果”显示视窗中为任何表格产生统计值。点击“表格”标签和窗口右边工具栏中的“统计”按钮。

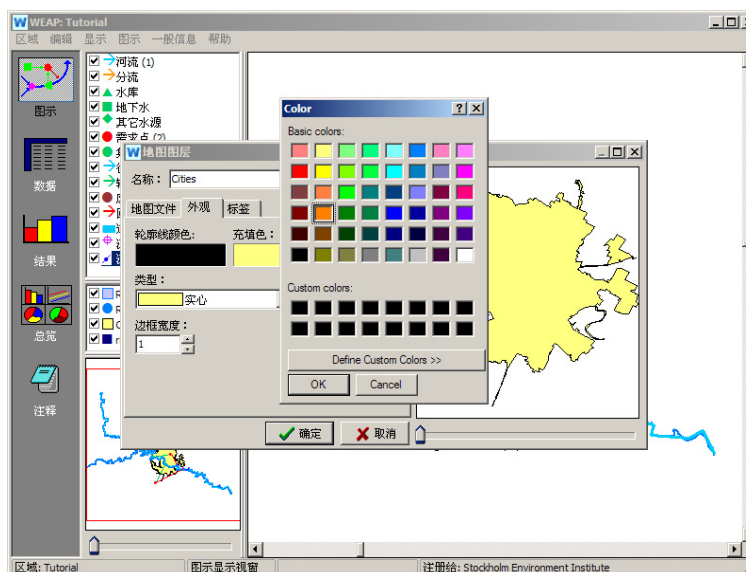
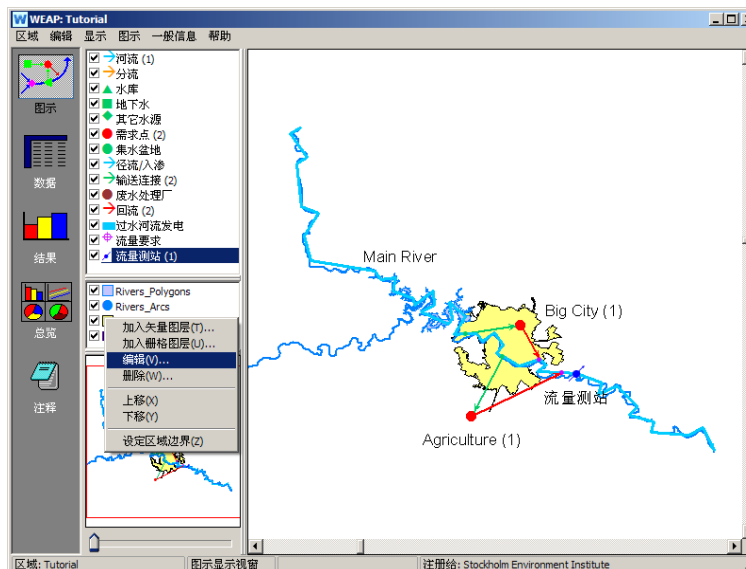


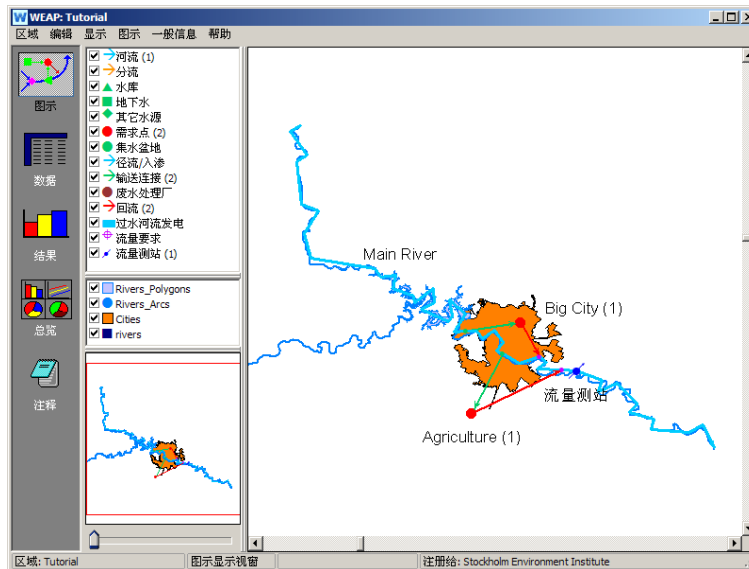
# 调整格式 Formatting

## 1. 改变背景矢量图层的外观 Change the Appearance of a Background Vector Layer

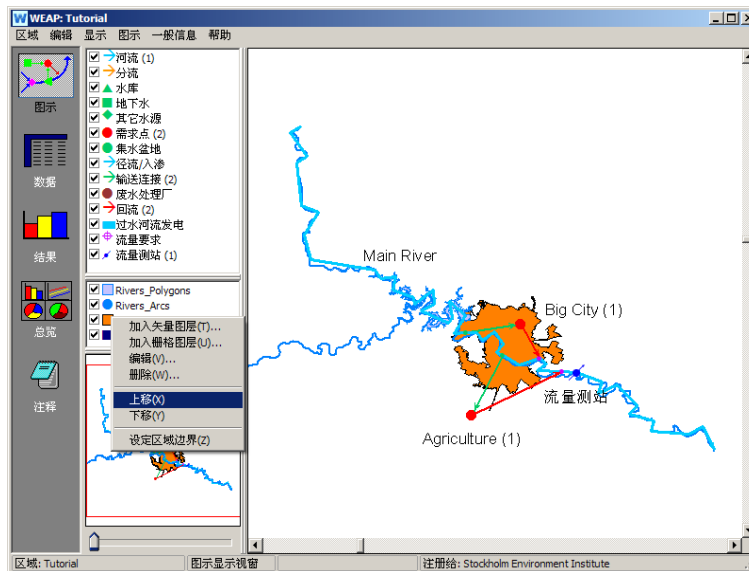
在“图示”显示视窗中，右击“要素选择框”下面“图层”窗口中的“Cities”（城市）图层（见下图），并选“编辑”，来改变“大城市”的颜色。点击“外观”标签和“充填色”输入框，此时出现一个调色板。

将背景颜色改为桔色。





也可以通过右击某一图层并选“上移”或“下移”来改变图示中各图层的上下顺序。



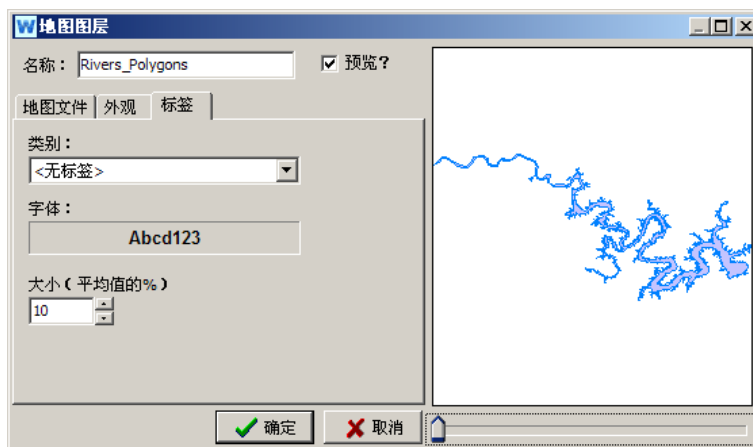


可以通过选“加入矢量图层”菜单项来添加背景矢量数据。WEAP 接受 SHAPEFILE 格式的矢量数据。大部分 GIS 软件都可生成该文件格式。

网络上可以找到大量包含地理参考坐标的数据（矢量和栅格格式都有），有时免费提供。可以从 [www.geographynetwork.com](http://www.geographynetwork.com) 或 [www.terraserver.com](http://www.terraserver.com) 等网址开始搜索。注意有些下载的数据可能需要经过GIS处理才能用于WEAP，特别是需要改变投影和/或坐标系。

## 2. 为矢量图层加注标记 Label a Vector Layer

用户可以编辑图层的标记 – 右击“Rivers Polygons”（河流多边形）图层，选“编辑”并点击“标签”签。在该对话框中也可以通过下部的“大小”输入框来更改标记的大小。

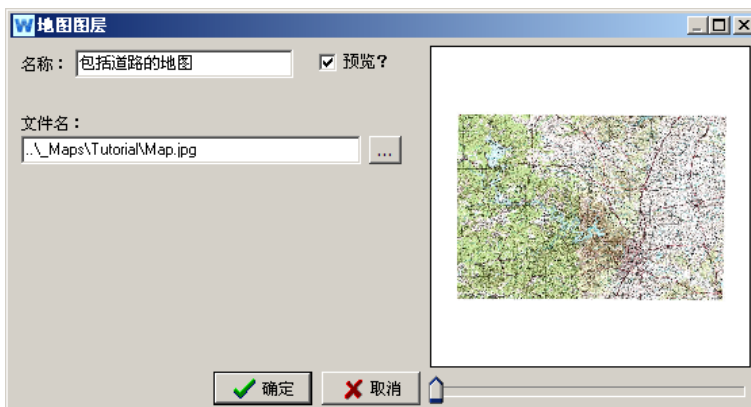
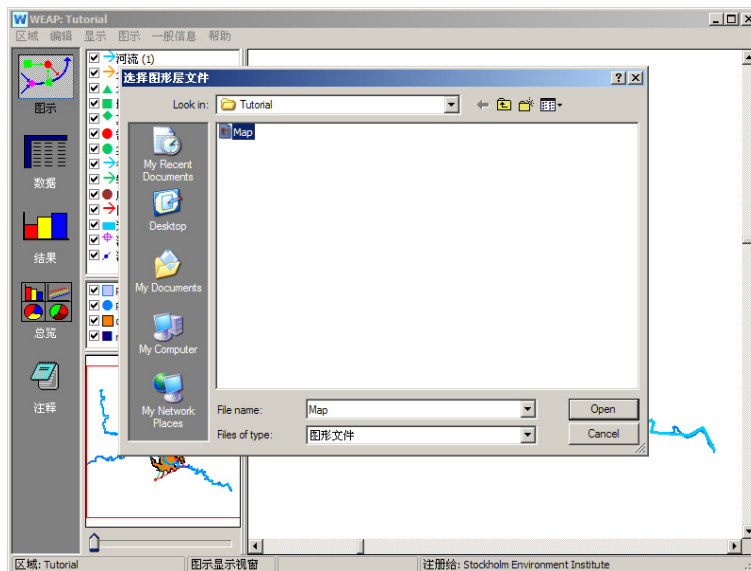
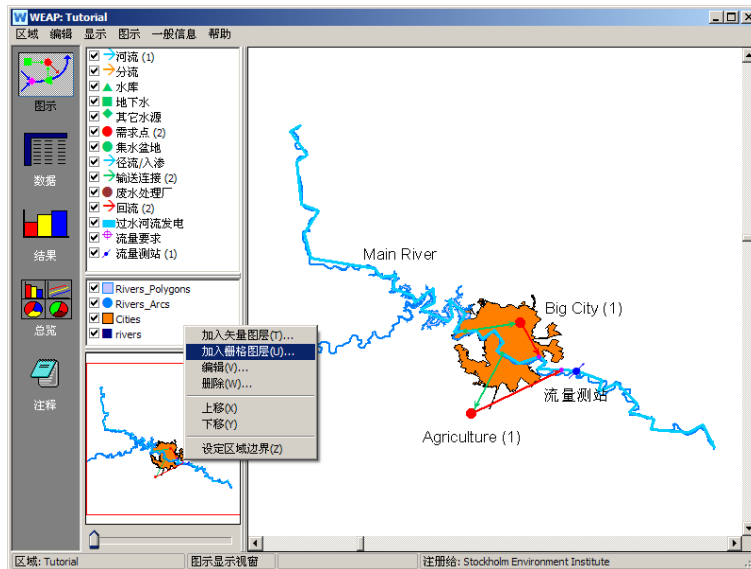


可以通过点击图层名左边的小框在“图示”显示视窗中隐去某些图层（这样做时框中对号消失）。

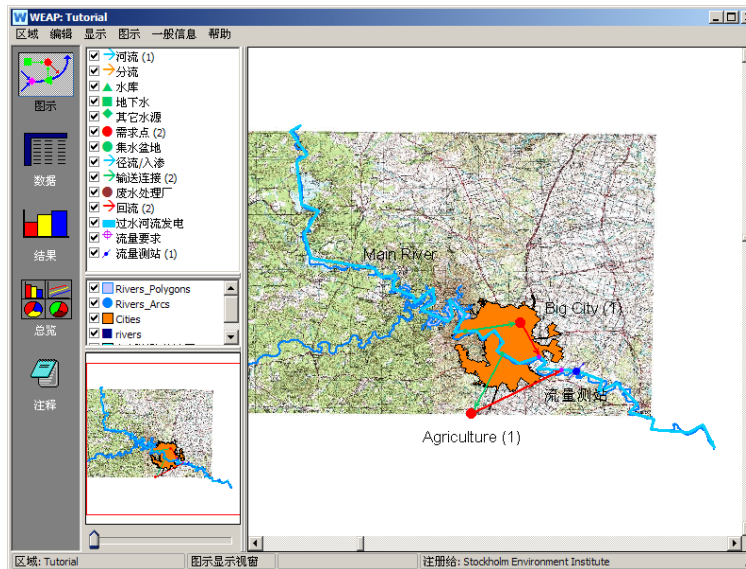
## 3. 加入栅格图层 Add a Raster Layer

在“图示”显示视窗中，右击“图层”窗口选“加入栅格图层”来添加一幅“大城市”地区的背景图（见下面的例子）。

*选 WEAP 目录中 “\_Maps\Tutorial” 子目录下的文件 “Map.jpg”（例如 C:\Program Files\WEAP21\\_Maps\Tutorial），并为在“图层”窗口中的显示输入一个描述性的名字。*



现在的模型如下;



WEAP 使用“世界文件”来正确地栅格图层定位。这些文件定义栅格图层一角的坐标和像元的大小。它们可以由很多标准 GIS 程序如 ArcView 或 AutoCAD MAP 生成。

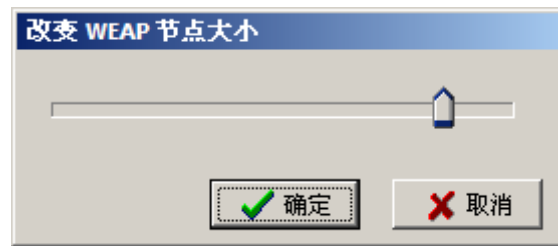
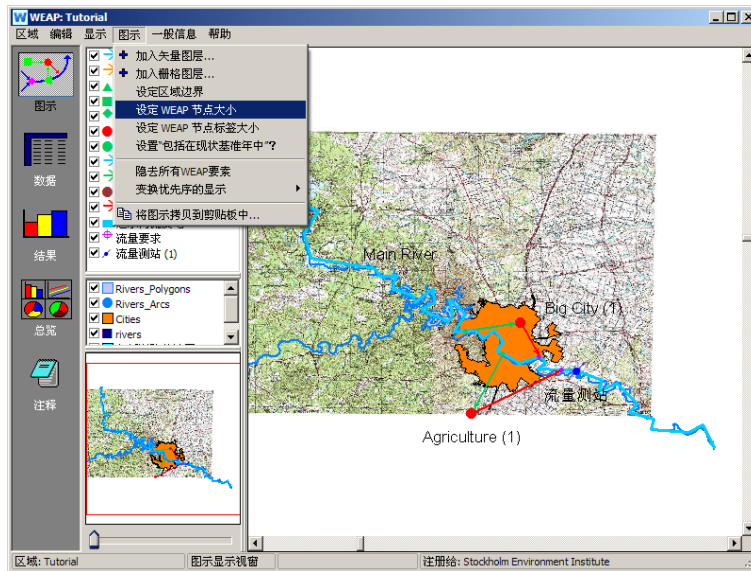
世界文件必须与栅格文件同名，在同一个目录，并在扩展名中加入“w”。例如，上面文件的世界文件名是“map.jgw”。

## 4. 移动标记 Move around Labels

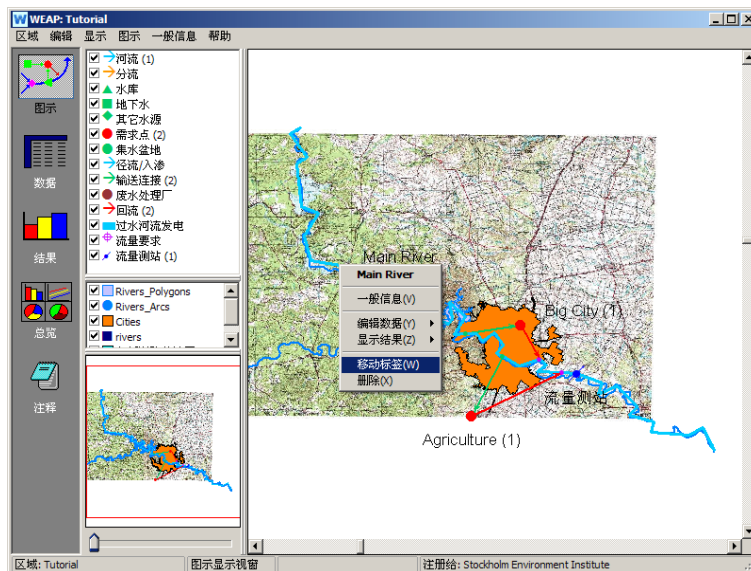
以改变节点和标记的字体大小及移动标记来结束区域的格式调整。

在“图示”下拉菜单中，“设定 WEAP 节点大小”和“设定 WEAP 节点标签大小”菜单选项可以用于改变符号和标记的大小。这些操作将打开一个带滑标的窗口，用于增加或降低这些要素的大小。





右击任一目标并选“移动标签”来变换该目标的标签的位置。





如果不希望显示某个目标的标签，只需右击该目标并选“一般信息”，删除可选标签字符。

可以使用“图示”菜单中“将图示拷贝到剪贴板上...”选项来把你的图放到剪贴板上以备以后在报告和演示中使用。对话框中出现的文件大小指的是非压缩格式文件的大小。通常采用“详细水平”的缺省值应该不会有问题。

---

---

**WEAP**

水资源评估和规划系统

**Water Evaluation And Planning System**

# 水库和发电

# Reservoirs and Power Production

*针对如下内容的指导练习* **A TUTORIAL ON**

*模拟水库* Modeling Reservoirs ..... 124

*增加水电计算* Adding Hydropower  
Computation ..... 128

*模拟过水河流电站* Modeling Run-of-River  
Power Plants ..... 130

**November 2007**

**注意 Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 模拟水库 Modeling Reservoirs

### 1. 生成一个水库 Create a Reservoir

在“大城市”上游的湖上生成一个水库。称其为“大城市水库”。

需求优先顺序 99（缺省值）

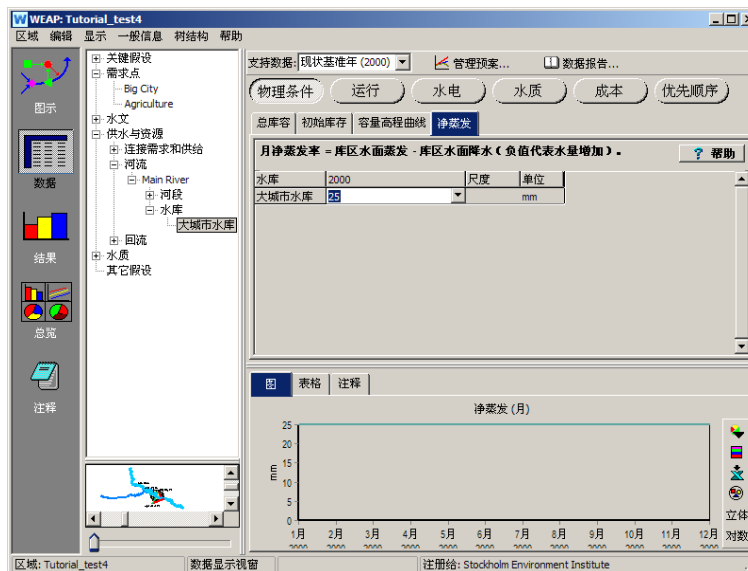
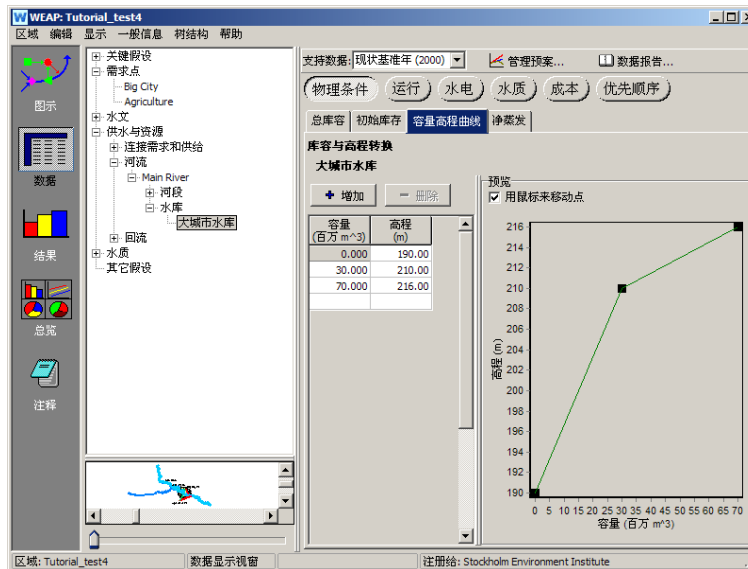


输入取值为 99 的需求优先顺序将保证只有在所有其它需求（包括下游需求）均已得到满足的情况下水库才开始蓄水。

### 2. 输入物理条件数据 Enter the Physical Data

右击“大城市水库”或打开“数据”显示视窗来编辑数据。在“物理条件”窗口输入如下数据（确认是在“现状基准”之下）。

总库容	70 M m <sup>3</sup>
初始库存	25 M m <sup>3</sup>
容量高程曲线	
<u>体积</u>	<u>高程</u>
M m <sup>3</sup>	m
0.0	190
30.0	210
70.0	216
净蒸发	25 mm/月



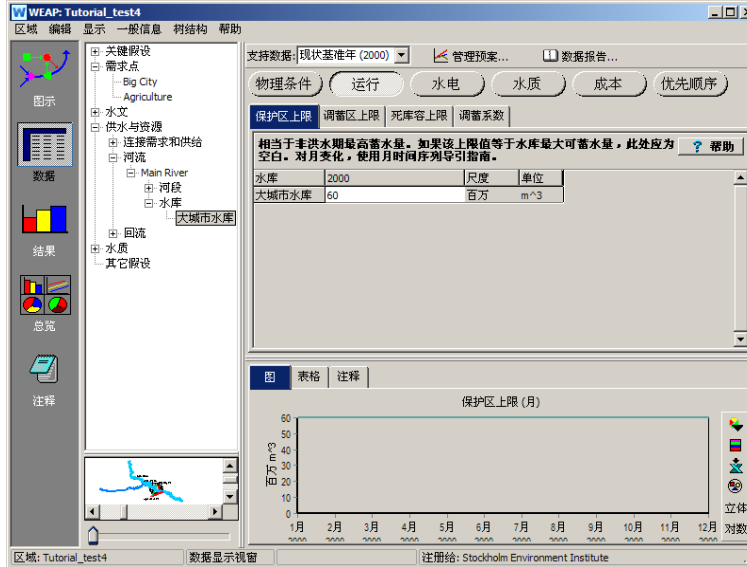
“容量高程曲线”既用于模拟蒸发表面也用于在模拟发电的情况下计算水头。在将体积和高程转换为面积时，假定圆柱形。


净蒸发需要同时考虑降水和蒸发两项，因此既可为正数也可为负数；月变化可以用“月时间序列导引指南”来模拟。

### 3. 输入运行数据 Enter the Operation Data

在同一视窗的“运行”窗口输入以下数据。

保护区上限	60
调蓄区上限	40
死库容上限	5
调蓄系数	1.0





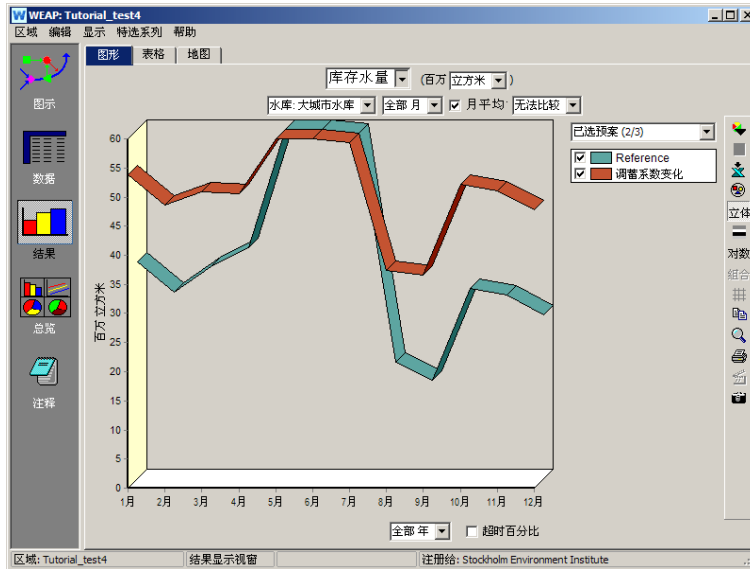
如左图所示，通过对几个对运行具不同限制的带的定义，WEAP 允许对水库高级运行操作的模拟。

可以从帮助文件中“水库带和运行操作”页或点击水库“运行”窗口中的帮助按钮了解更多的情况。

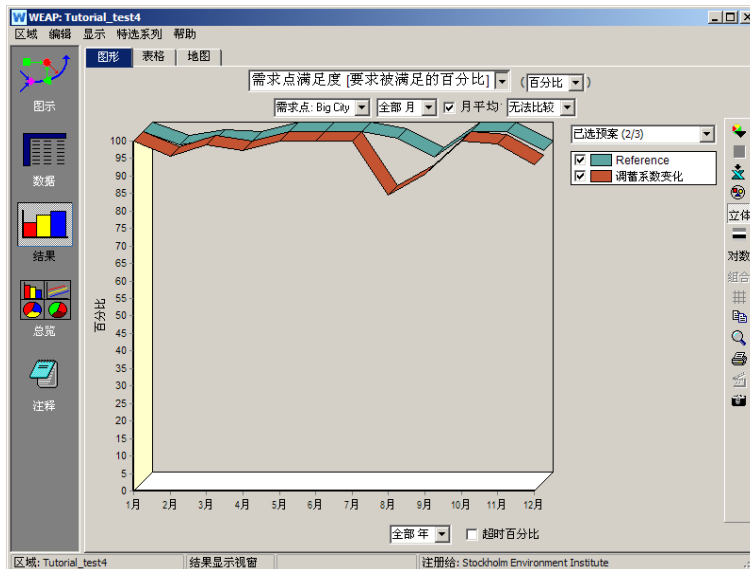
#### 4. 理解调蓄系数的影响 Understanding the Impact of the Buffer Coefficient

生成一个继承“Reference”预案的新预案。称该预案为“调蓄系数变化”。回到“数据”显示视窗（确认现行预案为刚刚生成的新预案）并将调蓄系数改为0.1。点击“结果”来运行新模型。

比较“Reference”和“调蓄系数变化”预案下，主变量下拉菜单中“供水与资源/水库”分枝下的“库存水量”结果。从图形下方下拉菜单中选“全部年”，并在图形上方点击“月平均”。从图例上方下拉菜单中选“Reference”和“调蓄系数变化”预案来查看。可以从图形正上方的下拉菜单中选“大城市水库”。



也比较“需求满足度”（“需求”分枝之下）的结果。从图例上方下拉菜单中选“Reference”和“调蓄系数变化”预案。从图形正上方的下拉菜单中选“大城市”作为要查看的需求点。



“调蓄系数”为水库水位在缓冲带（见上面一步的信息栏中的图）时调节放水提供了一种方法。下游需求与“调蓄系数”相乘得出实际放水量。“调蓄系数”为1意味着满足下游需求所需的全部水量将被释放（亦即调蓄区只是保护区的扩展）。“调蓄系数”为0意味着不释放任何调蓄区的水。这就是为什么在上述“调蓄系数变化”预案中结果呈较低的“需求满足度”。

# 增加水电计算 Adding Hydropower Computation

## 1. 理解 WEAP 模拟发电的方式 Understanding the way WEAP models Power Production

WEAP 可以以三种方式模拟发电：通过在线水库、通过非在线水库和通过过水河流电站。

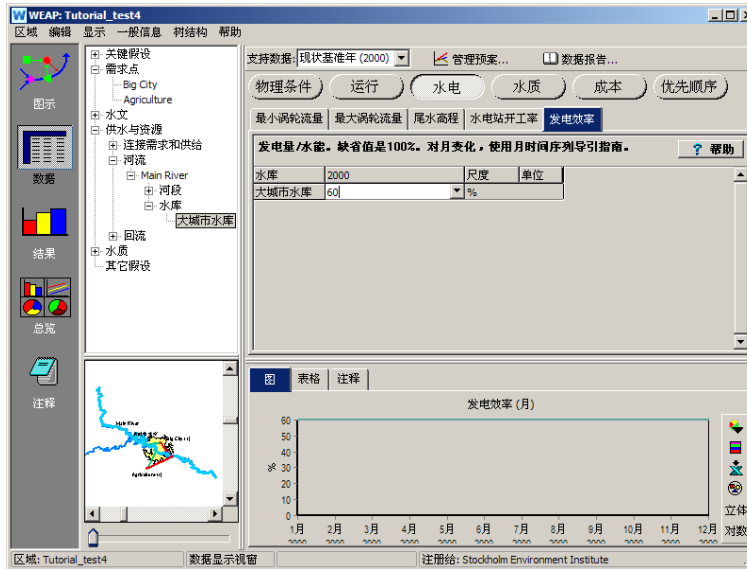
*关于每种类型的更多情况见“帮助”。*

## 2. 在“大城市水库”加入发电能力 Add Power Production Capabilities to Big City Reservoir

本例中我们将模拟一个在线水库电站。在“现状基准”下“大城市水库”的“水电”窗口输入如下数据：

最小涡轮流量	5 CMS
最大涡轮流量	80 CMS
尾水高程	195m
水电站开工率	100%
发电效率	60%



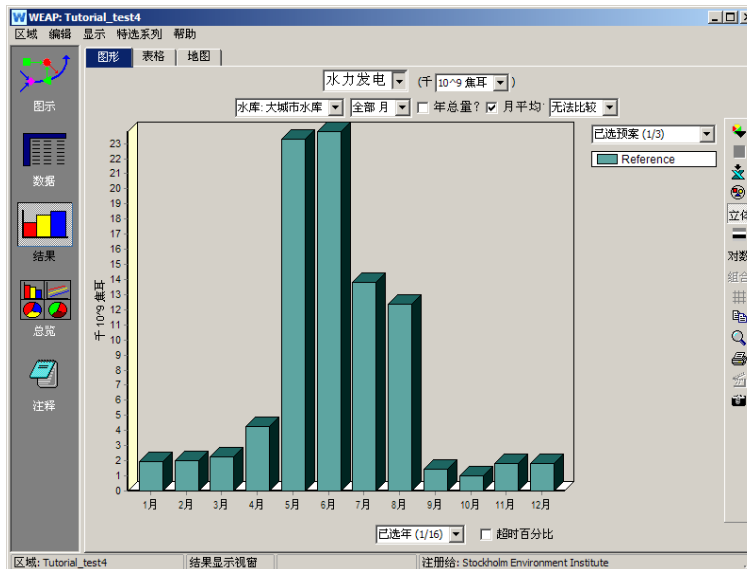


更多关于 WEAP 如何计算发电的内容见“水电计算”帮助主题。

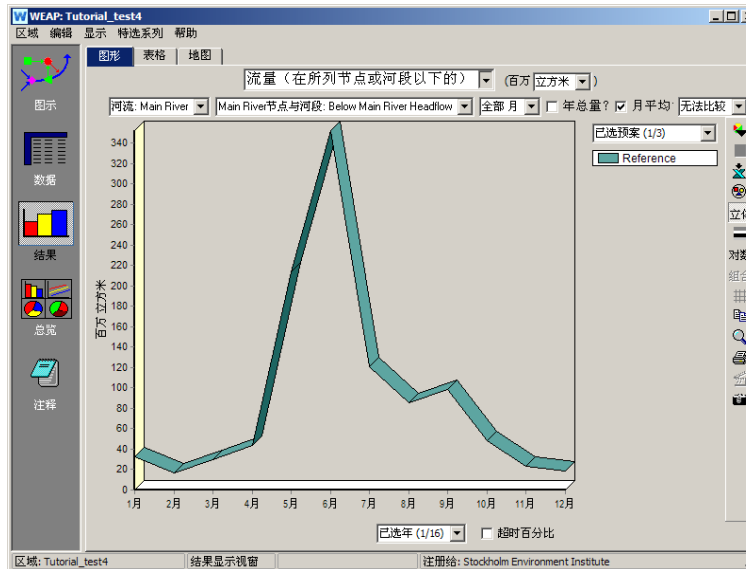
### 3. 计算发电和理解结果 Compute Hydropower Production and Understand the Results

运行模型并查看“Reference”预案下 2000 年发电的结果。

在主变量下拉菜单中“供水与资源 | 水库 | 水电”项中查看结果。



是否理解为什么5月和6月的发电水平如此接近，尽管6月份的“主河流”流量和下游放水要高得多？为证实这一点，查看“大城市水库”上游的河段（“主河流”源头来水）的“流量”结果。



能被涡轮机利用的流量在 80CMS 封顶（见前面的步骤），意味着尽管 6 月的排水量高，超出这一限值的流量不经过涡轮机而直接下泄。如果不是因为“大城市水库”的“库存标高”在 4 月末略低于 5 月末（查看“库存标高”结果来证实这一点 - 这些数字代表各月末的情况），5 月和 6 月的发电量将相等。这一影响因 5 月的发电时间为 31 天而 6 月为 30 天而略微得到补偿，但 6 月的发电量仍略高一点。

非在线“局域”水库的发电可以以同样的方式模拟。

## 模拟过水河流电站 Modeling Run-of-River Power Plants

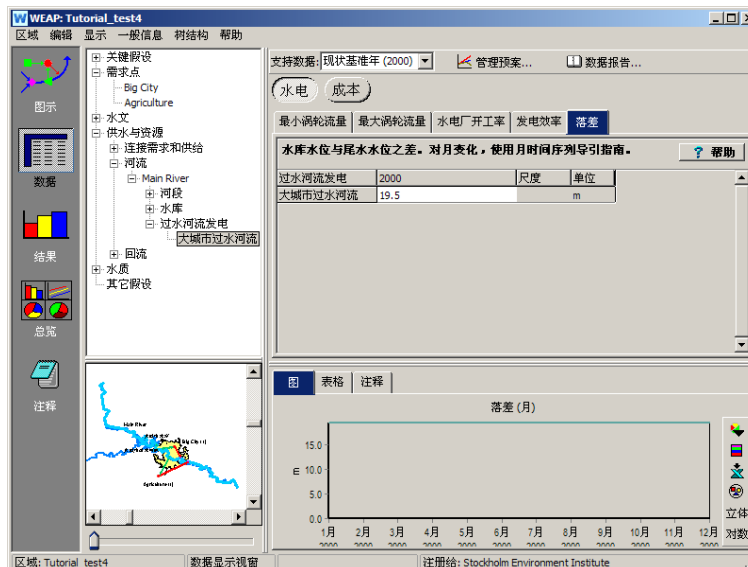
### 1. 生成“过水河流发电”目标 Create a Run-of-River Hydro Object

在“主河流”上前面练习中生成的“大城市水库”的上游生成“过水河流发电”目标。称其为“大城市过水河流”。



在“数据”显示视窗中“数据树”的“供水与资源 / 河流 / 过水河流发电”分枝下输入以下数据：

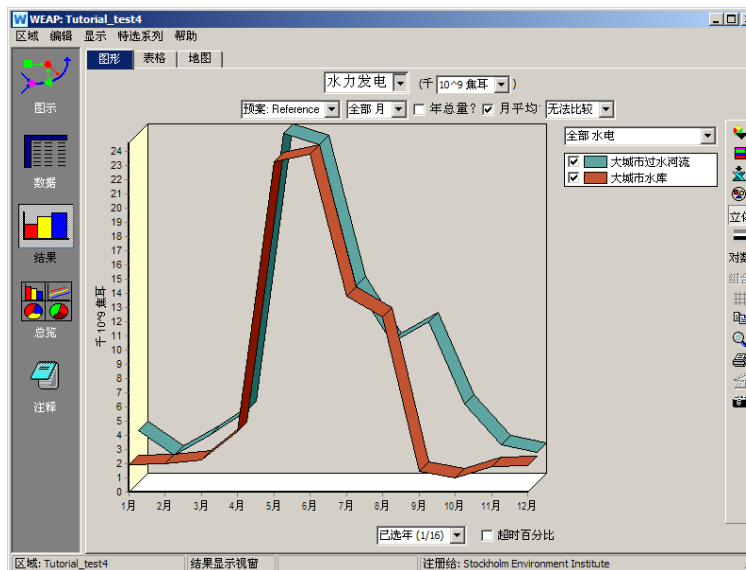
最小涡轮流量	5 CMS
最大涡轮流量	80 CMS
水电厂开工率	100%
发电效率	60%
落差	19.5 m



## 2. 运行模型和比较结果 Run and Compare Results

运行模型并生成比较过水河流发电和水库电站发电的图形。从图例上方的下拉菜单中选“全部水电”。

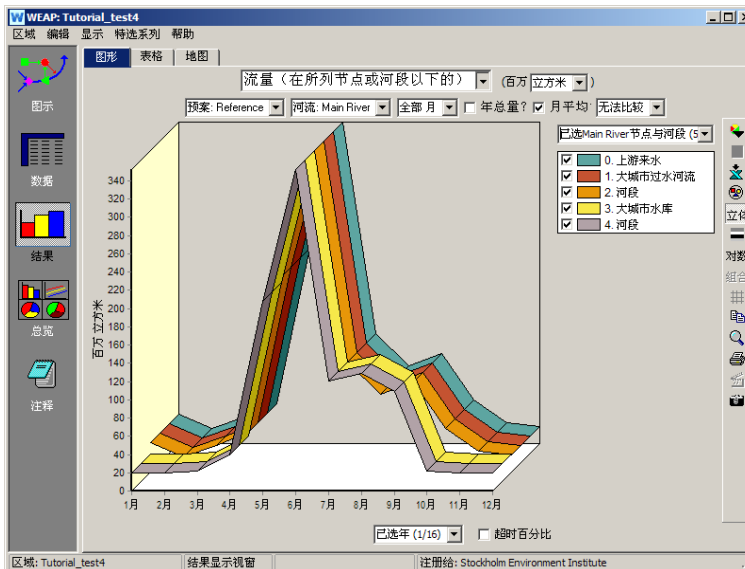
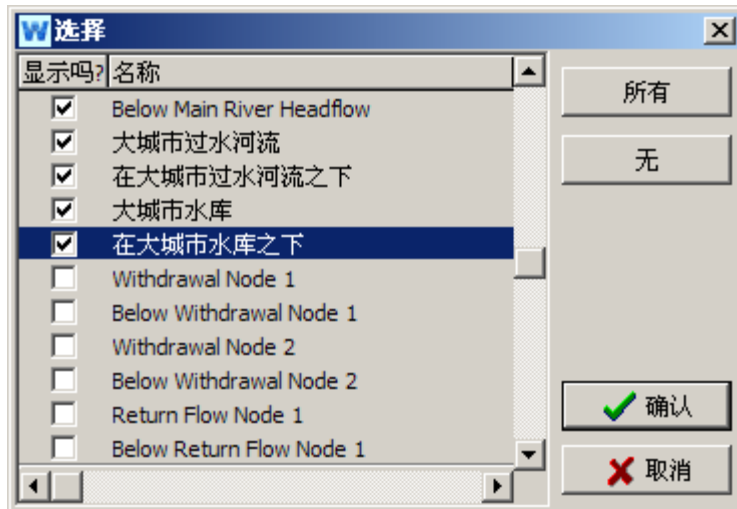
-两条曲线之间的差别是由什么造成的？



注意“过水河流”发电5月份比6月份略高，与“大城市水库”发电相反。这是由于5月份多出来的一天。“过水河流”发电不受“库存标高”的限制，而水库在5月份仍在蓄水，因而与6月相比发电量较低。

-与“大城市水库”电站相比，过水河流发电对河流的流量有什么影响？

为以图形的形式查看该结果，选主变量下拉菜单中的“流量”，并从图例上方的下拉菜单中选“已选主河流节点和河段”。从清单中选以下河段：“Below Main River Headflow”（主河流源流以下）、“大城市过水河流”、“大城市过水河流之下”、“大城市水库”和“大城市水库之下”。



水库可以在河流流量高时储水并在流量低时放水，因而有使流量平缓的效果。而过水河流操作只是处理河流当时的流量，因此对流量曲线的形状没有影响。



---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 水质 Water Quality

## 针对如下内容的指导练习 A TUTORIAL ON

设置质量模拟 <i>Setting up Quality Modeling</i> .....	136
输入水质数据 <i>Entering Water Quality Data</i> .....	138
对需求点使用入流水质约束 <i>Using Water Quality Inflow Constraints for a Demand Site</i> .....	143
为需求点输入产生污染的活动 <i>Entering Pollution Generating Activity for Demand Sites</i> .....	146
模拟废水处理厂 <i>Modeling a Wastewater Treatment Plant</i> .....	148

November 2007

**注意 Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 设置质量模拟 Setting up Quality Modeling

### 1. 理解 WEAP 中的水质模拟 Understanding Water Quality Modeling in WEAP

WEAP 既可以模拟保守型污染物也可以模拟非保守型污染物。保守型污染物的模拟是通过简单的质量平衡。WEAP 同时提供了几个模型来模拟非保守型污染物。

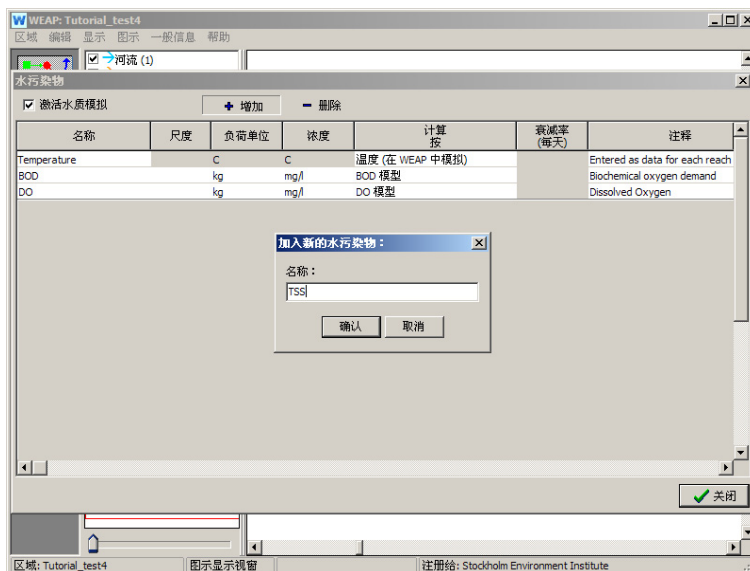
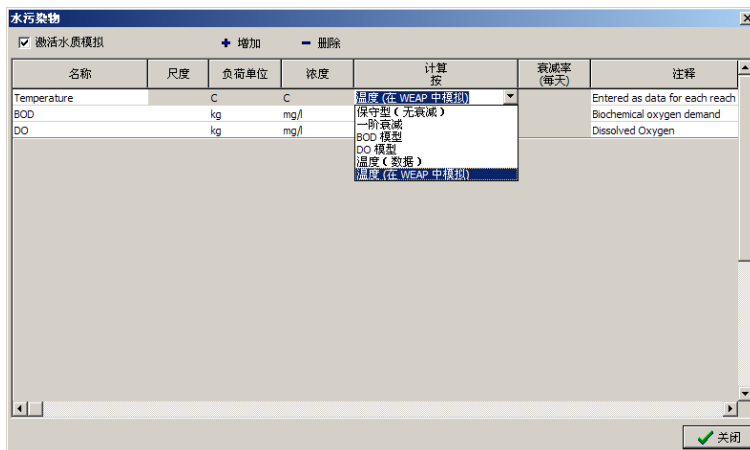
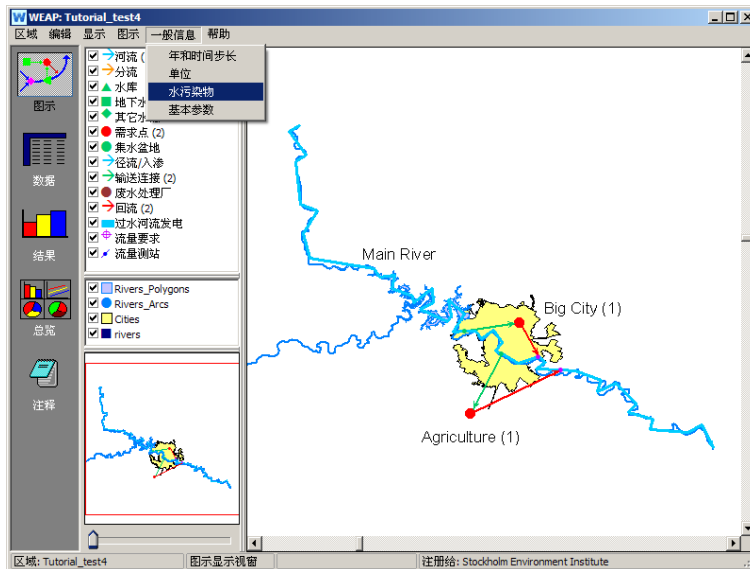
WEAP 这方面的功能详见“环境概述”帮助主题。

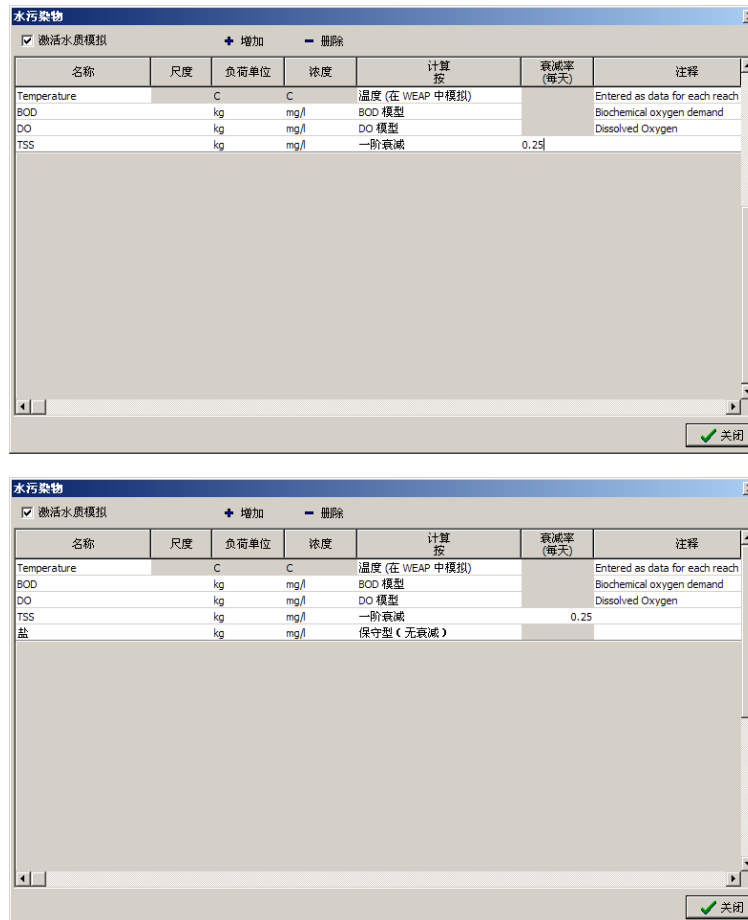
### 2. 生成系列污染物 Create a Set of Pollutants

通过“一般信息 / 水污染物”菜单选项生成一系列将模拟的污染物。在对话框中，对“温度”作以下调整并在污染物清单中加入“TSS”（总悬浮物）和“盐”（BOD 和 DO 应该已在清单中）：

名称	计算按...	衰减率
温度	改为“模拟”	
TSS	衰减	0.25 / 日
盐	保守型	







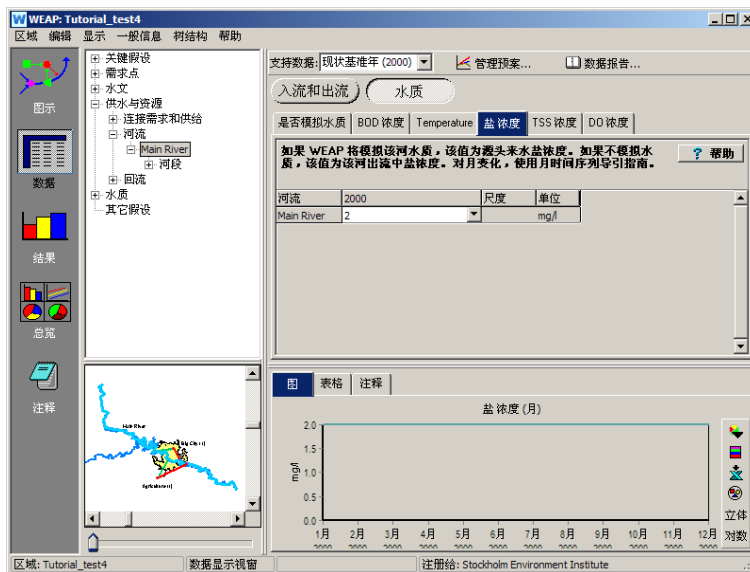
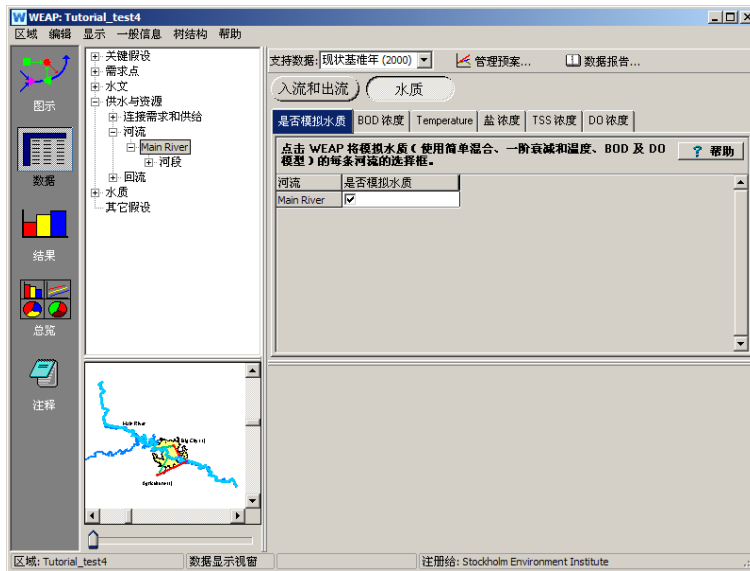
关于用于 BOD 和 DO 模拟的不同模型的更多细节在“溶解氧和生化需氧量”帮助主题中。

## 输入水质数据 Entering Water Quality Data

### 1. 输入河流水质数据 Enter River Water Quality data

在“数据”显示视窗中数据树上选“供水与资源 / 河流”并点击“主河流”。  
打开“水质”窗口并输入代表河流源头来水水质的以下数据：

是否模拟水质	是 (点击选择框)
Temperature (温度)	15°C
BOD 浓度	5mg/l
DO 浓度	8mg/l
TSS 浓度	20mg/l
盐浓度	2mg/l

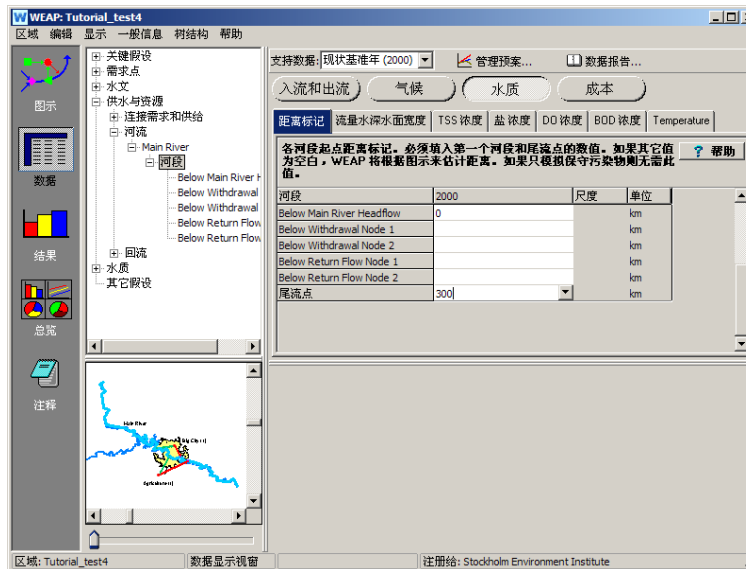


## 2. 输入河流几何特征数据 Enter River Geometric Characteristics

各水质模型要求河流几何特征数据，主要用于计算河水沿河段的流速/滞留时间。在“数据”显示视窗中，选“主河流”的“河段”分枝并在“水质”窗口中输入以下信息：

源流距离标记 0 km  
 尾流距离标记 300 km

注意：WEAP 将根据图示估计各中间河段的长度。

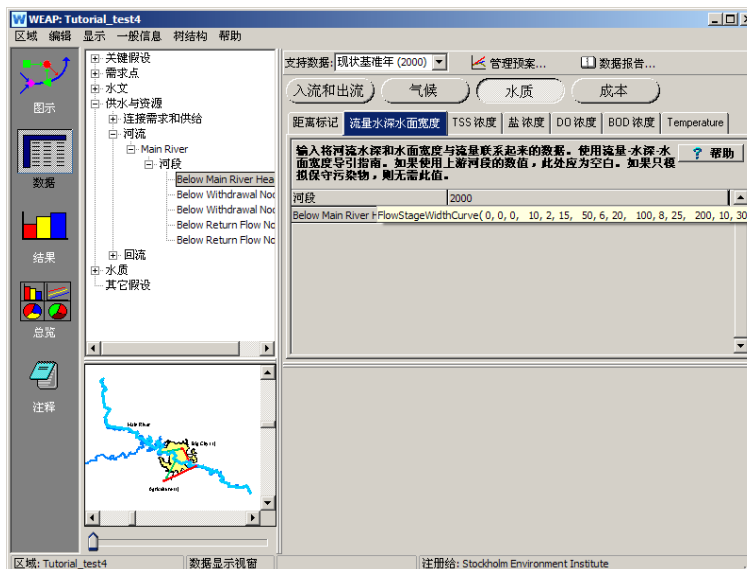
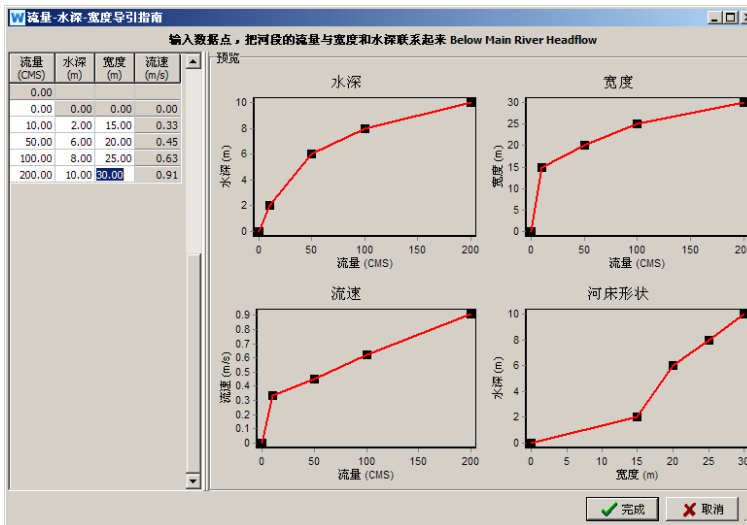
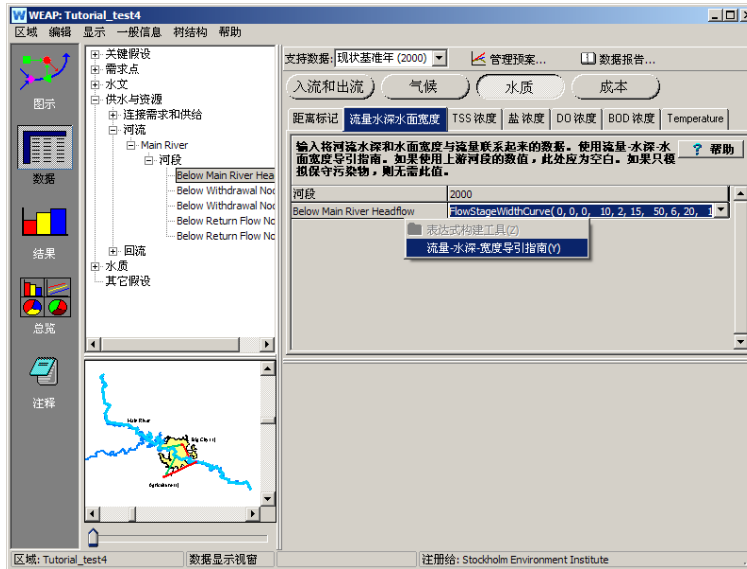


“Below Main River Headflow”（“主河流”源流以下）河段的“流量水深水面宽度”（点击下拉箭头打开导引指南）

流量	水深	宽度
0	0.00	0.00
10	2.00	15.00
50	6.00	20.00
100	8.00	25.00
200	10.00	30.00

形成的表达式应为：

$FlowStageWidthCurve(0, 0, 0, 10, 2, 15, 50, 6, 20, 100, 8, 25, 200, 10, 30)$ 。  
我们假定各河段具有相同的横断面，因此无需为其它河段重输数据。





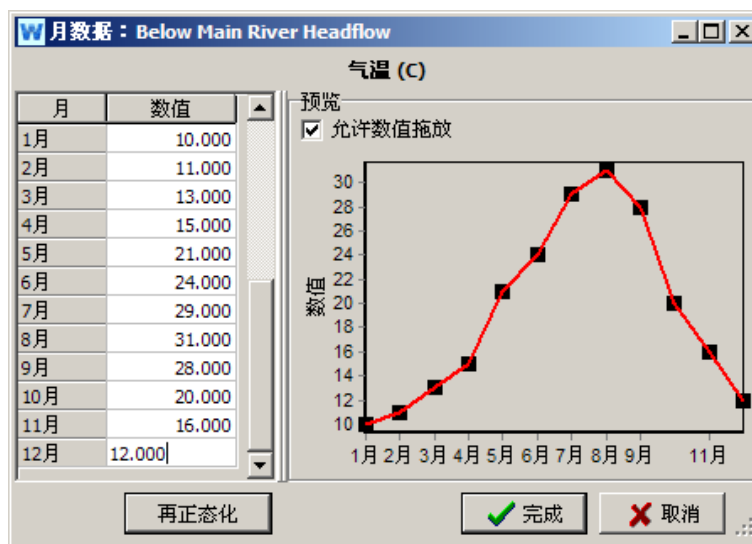
“入流和出流”窗口中的“河段长度”仅用于地下水-地表水交互作用的模拟。由于该交互作用不一定出现在整个河段而可能仅出现在河段的一些部分，该参数的值可以与河段总长度相异。注意这里输入的“河段长度”值不用于水质模拟。

### 3. 输入气候数据 Enter the Climatic Data

计算水温时要求气候数据。点击“气候”按钮并再次选“Below Main River Headflow”（“主河流”源流以下）河段。输入以下气候数据：

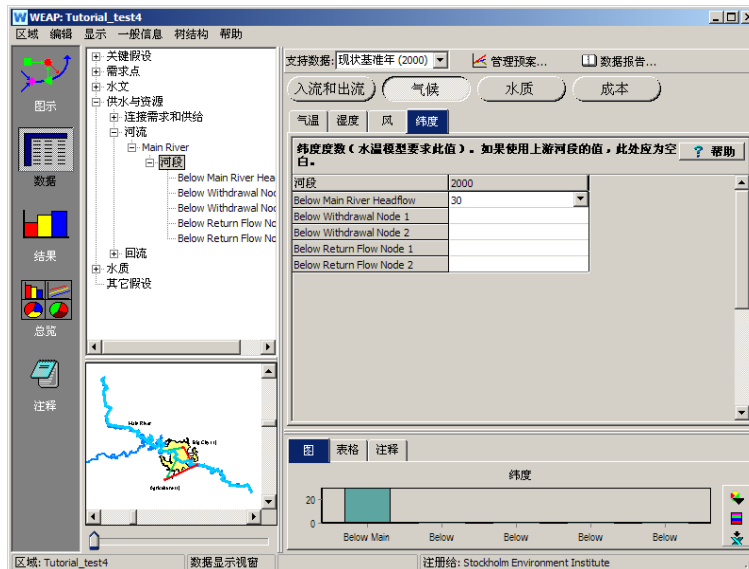
气温

月份	取值(°C)
1月	10
2月	11
3月	13
4月	15
5月	21
6月	24
7月	29
8月	31
9月	28
10月	20
11月	16
12月	12



湿度	65%
风	1 m/s
纬度	30°

注意：如果希望对所有河段使用相同数据，仅需要为第一个河段输入数据，其它河段可保持空白。



## 对需求点使用入流水质约束 Using Water Quality Inflow Constraints for a Demand Site

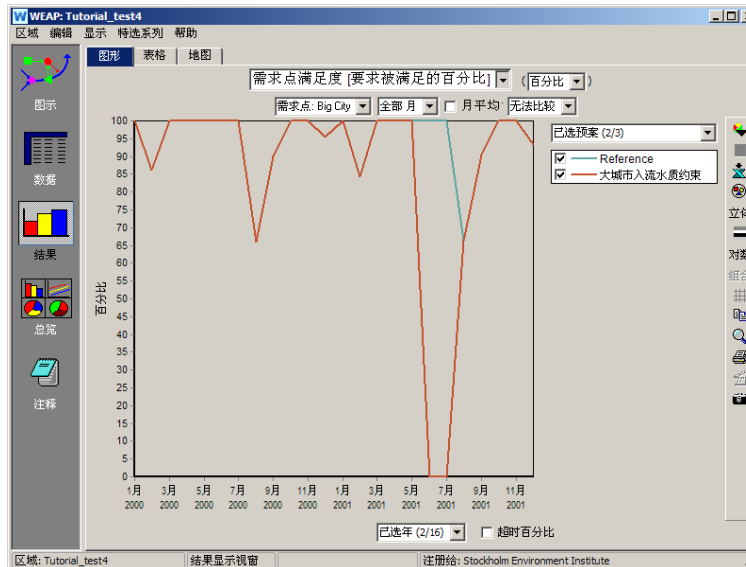
### 1. 输入约束数据 Enter Constraint Data

需求点可能要求其供水水质达到特定标准。生成一个继承“Reference”预案的新预案，称其为“大城市入流水质约束”。在“数据”显示视窗中（在该新预案下），选数据树的“大城市”分枝，点击“水质”按钮。在“BOD入流”标签下，输入以下BOD的最大允许浓度：

BOD 入流                      2 mg/L

## 2. 比较结果 Compare Results

注意以前曾经输入“主河流源流”中 BOD 的浓度 (5 mg/L) (在“现状基准”之下)。现在运行模型并比较在“大城市”有和没有该入流约束的情况下，“大城市需求满足度”的结果。2000-2001 年，“Reference”和“大城市入流水质约束”预案下“大城市需求满足度”的结果比较如下：

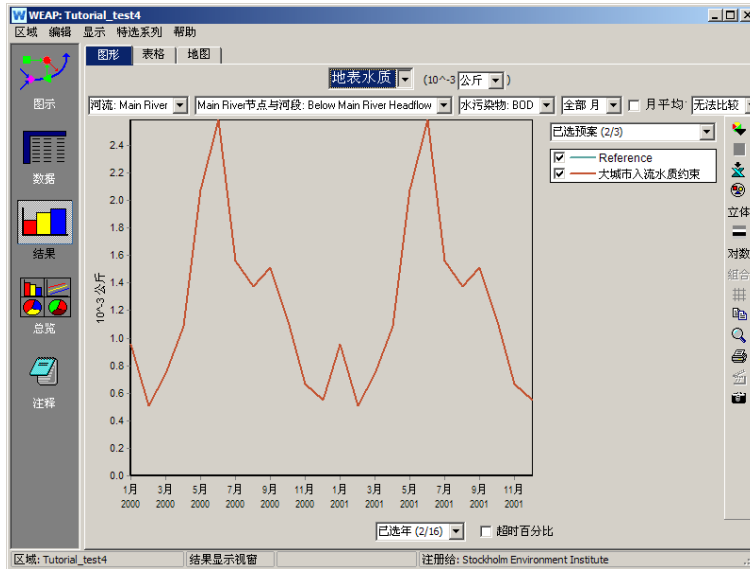


在“入流约束”预案下，为什么 2001 年 6 月的“大城市需求满足度”为 0？

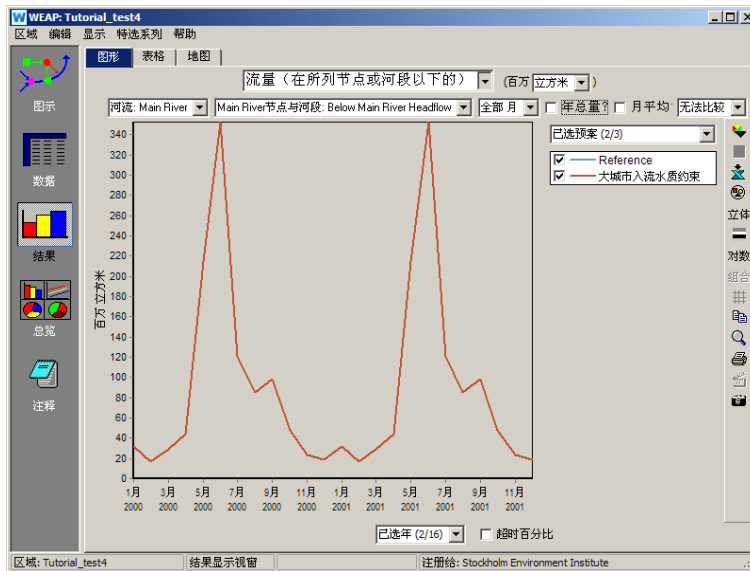


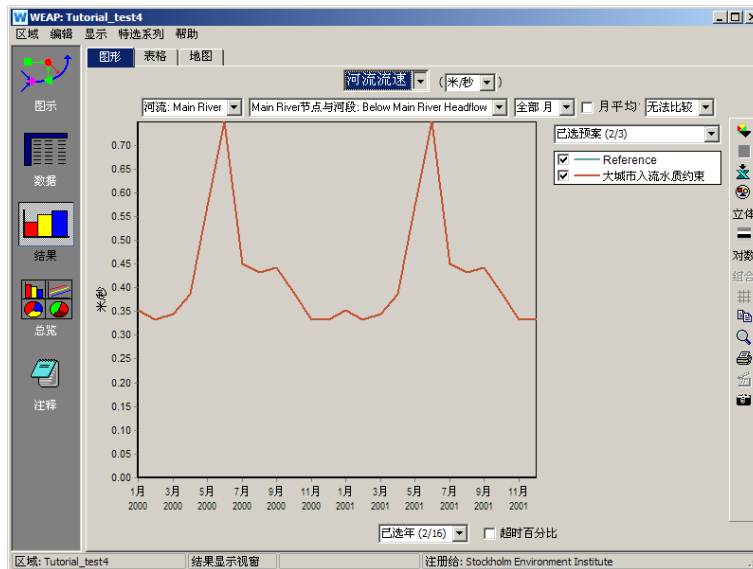
如果查看“Below Main River Headflow”（主河流源流以下）河段的 BOD 浓度（见下图），可见 2000 和 2001 年 6 月“大城市”入口的 BOD 均高于约束值 (2mg/L)。由于约束只对预案时段（从 2001 年开始）生效，2001 年 6 月“大城市”的需求满足度下降，因为该需求点不接受水质劣于 BOD 约束的来水，同时“大城市”没有“主河流”以外其它来源的供水。





模拟的“主河流”上该河段 BOD 浓度的时间变化是降解的函数，其程度受水在“源流”河段的滞留时间控制。滞留时间越长，降解越多。BOD 变化因此反映河段的流速和流量（见下图）。



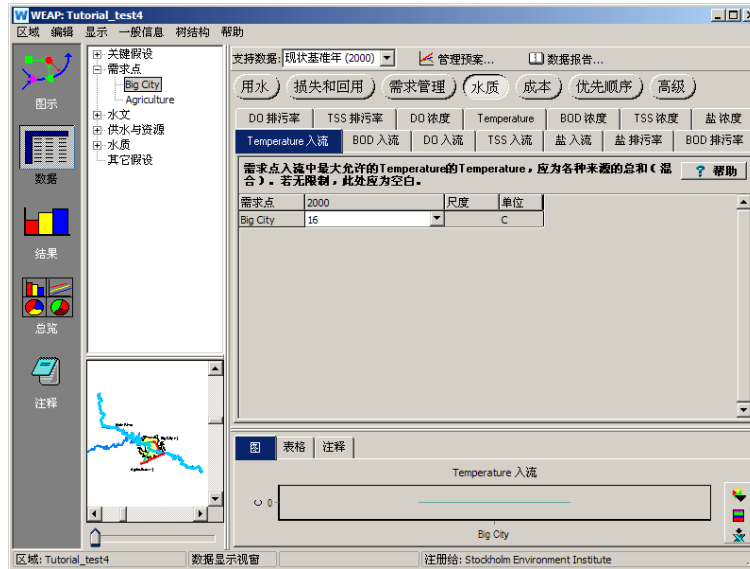


# 为需求点输入产生污染的活动 Entering Pollution Generating Activity for Demand Sites

## 1. 输入数据 Entering Data

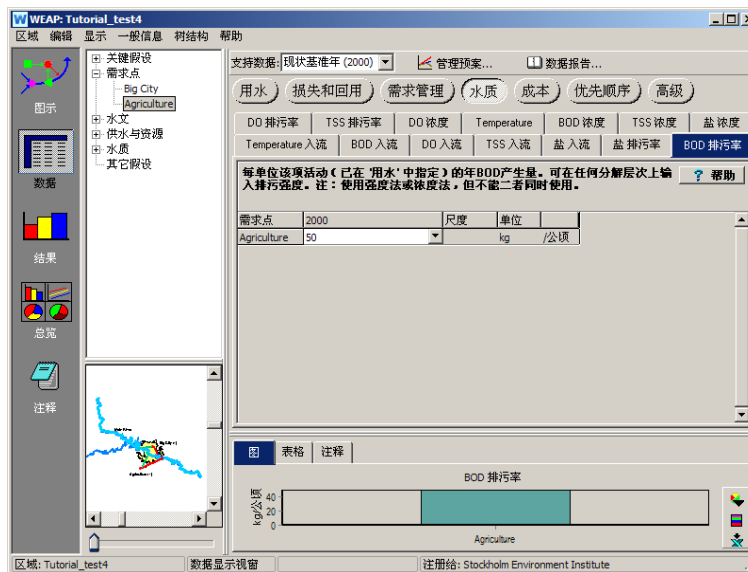
假定我们知道“大城市”出流（回流）中污染物的浓度。使用数据树“需求点 / 大城市”分枝下的“浓度”标签系列。点击“水质”按钮输入以下数据（在“现状基准”中）：

温度	16 °C
BOD 浓度	60 mg/l
DO 浓度	3 mg/l
TSS 浓度	5 mg/l
Salt 浓度	10 mg/l



对“农业”需求点，我们承认不清楚流出中的污染物浓度，但我们知道污染物产生的强度。输入以下数据：

BOD 排污率                      50 kg/ha  
 DO 排污率                        30 kg/ha  
 TSS 排污率                       20 kg/ha  
 Salt 排污率                       2 kg/ha  
 温度                                15°C





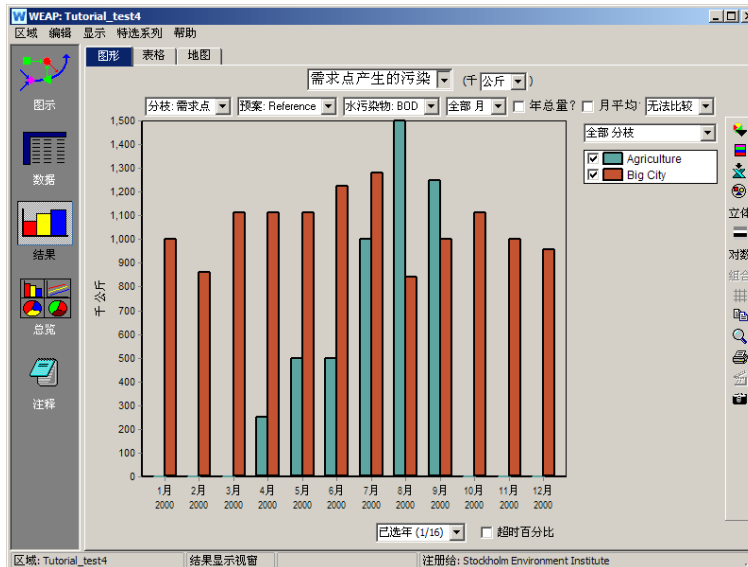
使用两种方法的任一种输入污染物产生数据，将导致 WEAP 放弃为至需求点的入流指定了的或模拟的入流污染物浓度。

## 2. 评估结果 Evaluate the Results

运行模型并查看各种水污染物的下述结果。从主变量下拉菜单中（“水质”下面）选“产生的污染物”：

*需求点产生的污染物*

*地表水质*

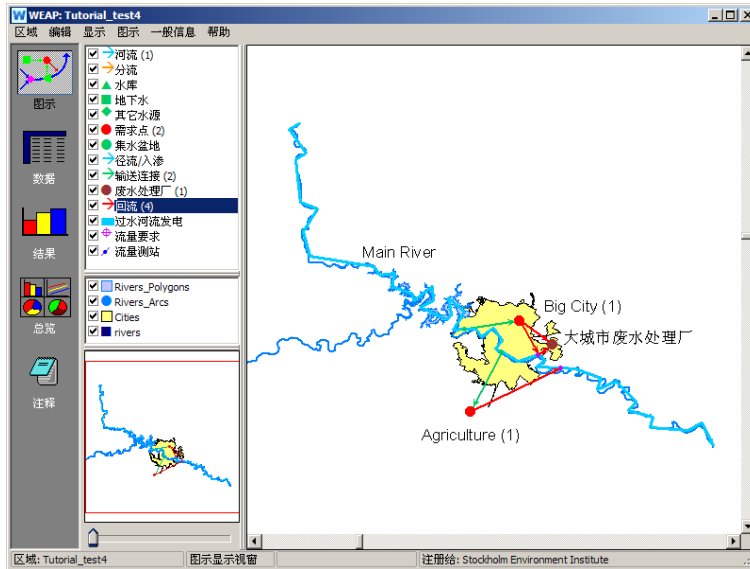


注意“农业”产生的污染物限于春夏耕种月份。

# 模拟废水处理厂 Modeling a Wastewater Treatment Plant

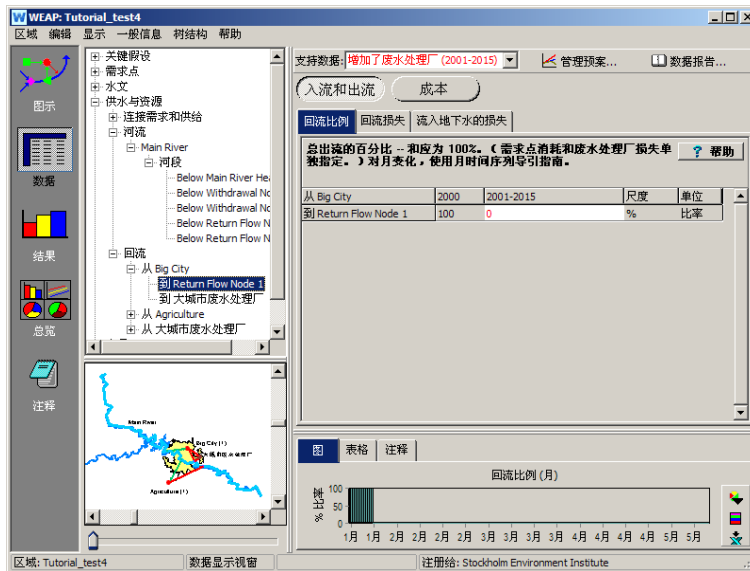
## 1. 生成一个废水处理厂 Create a Wastewater Treatment Plant

生成一个名为“增加了废水处理厂”的新预案 – 该预案继承“Reference”预案。然后为“大城市”加上废水处理厂，称其为“大城市废水处理厂”并使其不包括在“现状基准”中。生成另一个从“大城市”到“废水处理厂”的回流连接。保留现有的从“大城市”到河流的回流连接。同时生成一个从“废水处理厂”到河流的回流连接。模型应如下：

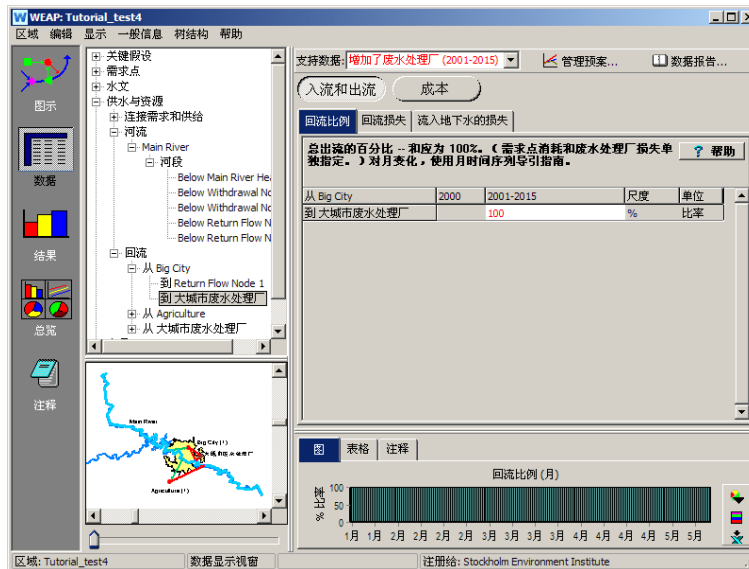


需要为两个新连接设置“回流比例”变量。

对于从“大城市”到“主河流”（回流节点1）的回流，设“现状基准年”的回流比例为100%，2001-2015年“增加了污水处理厂”预案下的回流比例为0%。



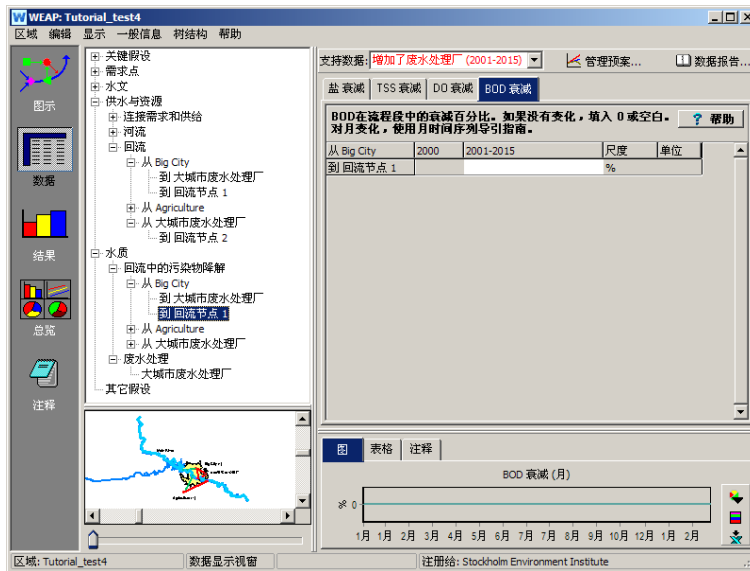
对于从“大城市”到“大城市污水处理厂”的回流，设同一预案下2001-2015年的回流比例为100%。



设从“大城市污水处理厂”到“主河流“（回流节点2）的回流比例为100%。



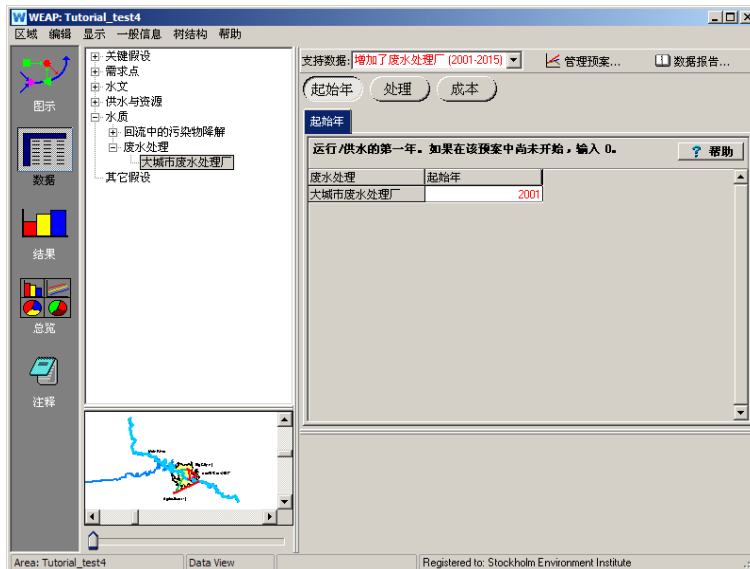
也可以设置各种回流中污染物的净化率。在某些情况下, 例如某种污染物在污水系统中存在细菌降解时, 用得到该功能。这些数据可以在相关回流连接分枝上“水质 / 回流中的污染物降解”下输入 (例子见下图)。



## 2. 输入污水处理厂数据 Enter WWTP Data

首先点击数据树“水质 / 废水处理 / 大城市污水处理厂”分枝下的“起始年”按钮输入“起始年”。

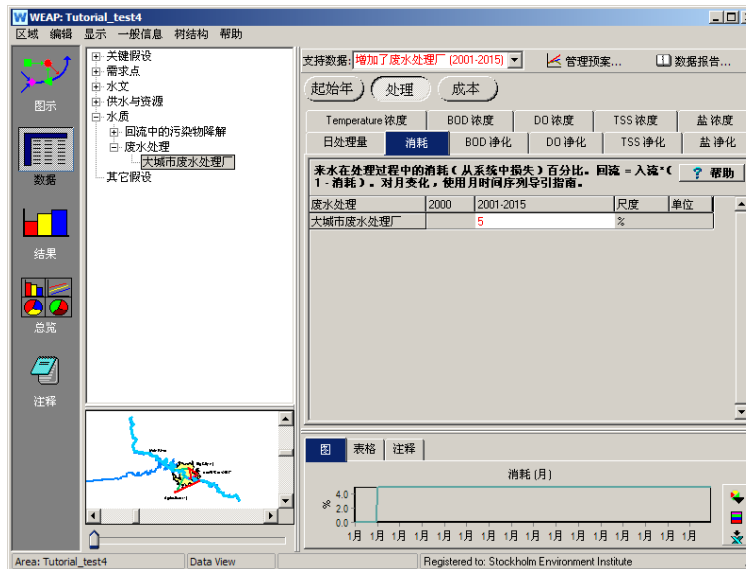
起始年                      2001



在“处理”窗口输入以下数据（先选“增加了污水处理厂”预案）：

消耗                                      5%  
日处理量                                2M m<sup>3</sup>

BOD 净化	90%
DO 浓度	5mg/l
TSS 净化	80%
盐净化	20%
温度	15°C



如果污水处理厂只处理部分废水，可以有两种模拟方式。一种是将日处理能力限制至可以实际处理的数量。这种情况下剩余的废水不经处理直接排放。此时未经处理的废水的比例不固定，取决于总流量。



另一种方法是生成一个新的从需求点直接到河流的回流绕过污水处理厂。此时可以通过设置相应的回流比例部分来设定绕过污水处理厂的部分的固定比例。也可以使用两种方法的组合。

### 3. 评估结果 Evaluate the Results

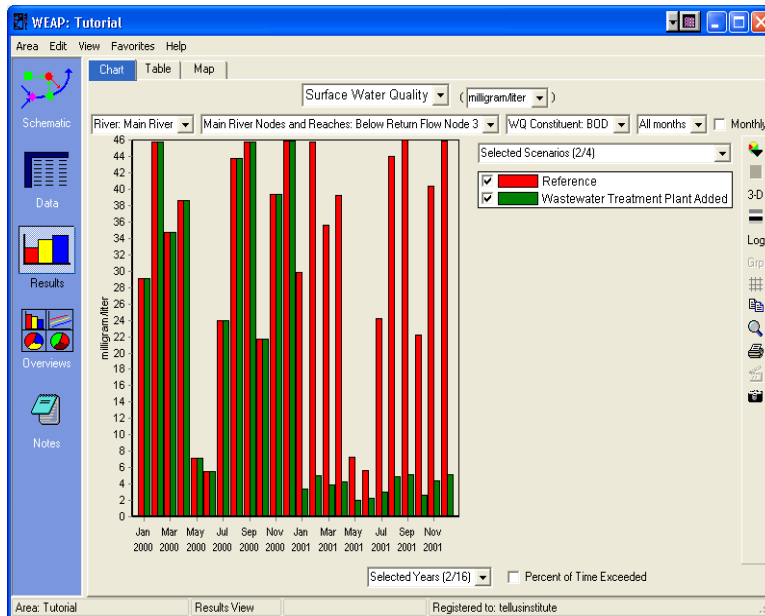
运行模型并查看“增加了污水处理厂”预案下 BOD 的下述结果，并将它们与“Reference”预案（没有污水处理厂）下的值比较。

-地表水质（“大城市”至河流的出流下游的 BOD）

查看结果时首先选主变量下拉菜单“水质”之下的“地表水质”。然后从图例上方下拉菜单中选“已选预案”并选“Reference”和“增加了污水处理厂”预案。



用图形底部的下拉菜单选查看 2000 和 2001 年的数据。选“Below Return Flow Node 3”（回流节点 3 以下）的“主河流”河段（“回流节点 3”是废水处理厂的回流，因此所查看的水质为河中废水处理厂出口处下面的数据）。从图形上方下拉菜单中选 BOD 作为水污染物，取消“月平均”选项（选择框在窗口右边）。结果如下：

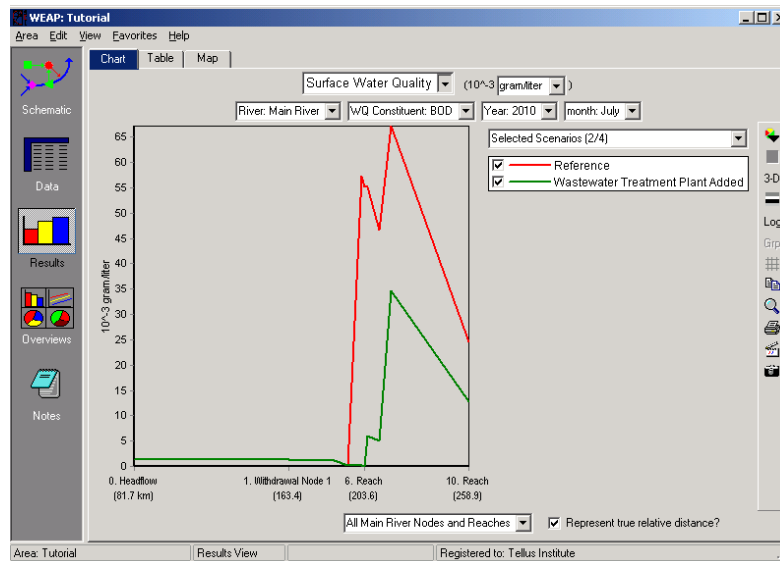


注意与 2000 年相比，2001 年在废水处理厂回流节点以下河段上 BOD 水平大幅下降，因为废水处理厂从 2001 年开始运行。

-WEAP 也可以显示从上游至下游的水质结果。

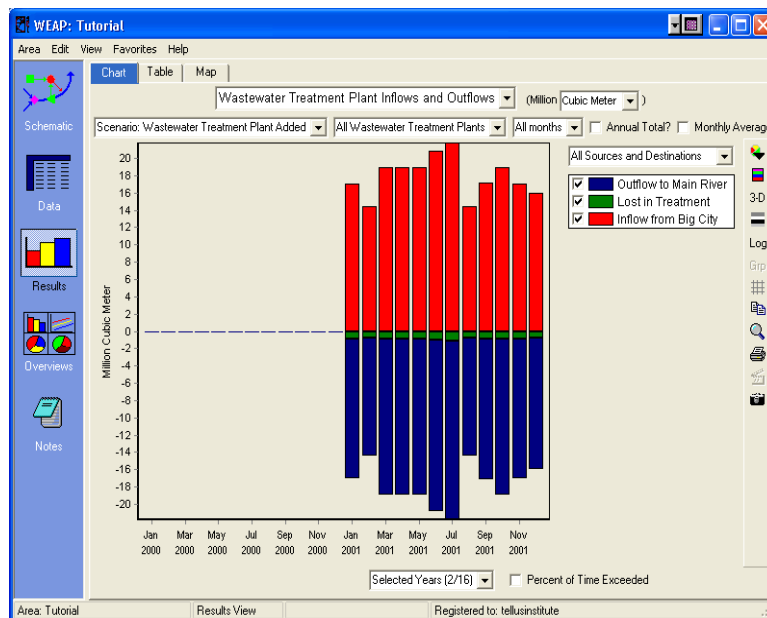
从底部菜单中选“全部主河流节点和河段”并点击“代表实际相对距离”选择框。这样 WEAP 将沿 x-轴显示全部节点和河段，间隔（值在括弧中）与各节点到下游节点之间的距离成比例。选 2010 年 7 月为年和月份，图形类型为“线”。

图形显示当携带 BOD 的回流进入河流时，BOD 浓度水平上升；向下游流动时 BOD 衰减因而浓度下降。废水处理厂的效果显而易见。图形应如下：



- 废水处理厂入流和出流。同时从左上角菜单中选“增加了废水处理厂”预案。

为查看该结果，选主变量下拉菜单中的“废水处理厂入流和出流”（在“水质”之下）。



在该类图形中，出流以负值表示，入流以正值表示。注意“处理中损失”类型代表消耗流量 - 在“数据”显示视窗中输入了 5% 的处理厂消耗率。





---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 水文 Hydrology

## 针对如下内容的指导练习 A TUTORIAL ON

模拟集水盆地：降雨径流模型 Modeling <i>Catchments: the Rainfall Runoff Model</i> .....	158
模拟集水盆地：土壤湿度模型 Modeling <i>Catchments: the Soil Moisture Model</i> .....	163
模拟地表水-地下水交互作用 Simulating <i>Surface Water-Groundwater Interaction</i> .....	169

November 2007

**注意 Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

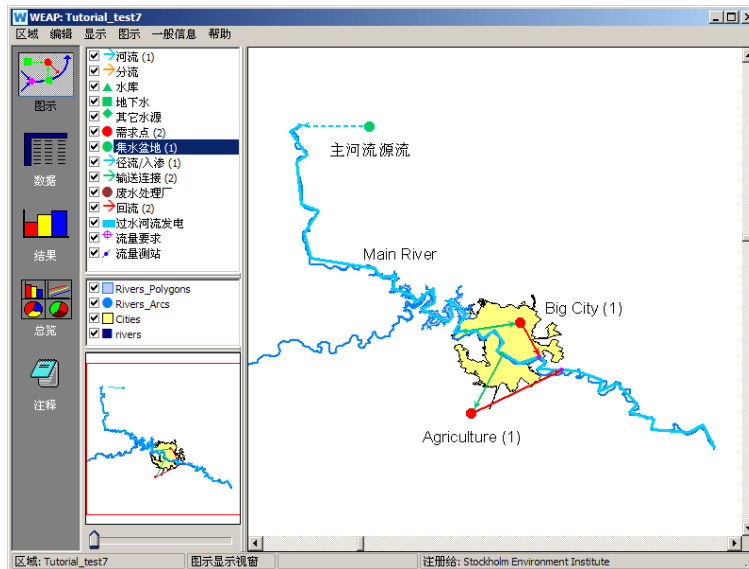
## 模拟集水盆地：降雨径流模型 Modeling Catchments: the Rainfall Runoff Model

### 1. 生成一个新的集水盆地 Create a New Catchment

在“图示”显示视窗中生成一个“集水盆地”目标来模拟“主河流”的源流。做法是：拖拉“集水盆地”节点并放置于“主河流”起点附近。称其为“主河流源流”。放定后，一个对话框将自动打开并要求以下数据：

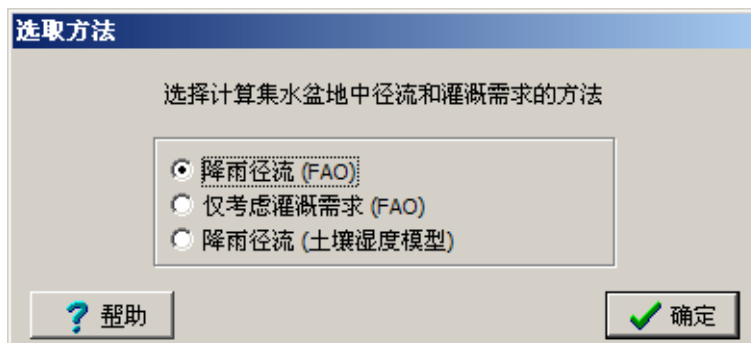
径流至	主河流
代表源流?	是 (点击选择框)
入渗至	没有至地下水的入流
包括灌溉区域?	否 (缺省)

注意生成“集水盆地”节点之后，一条连接该节点和“主河流”的蓝色虚线自动出现在图示中。



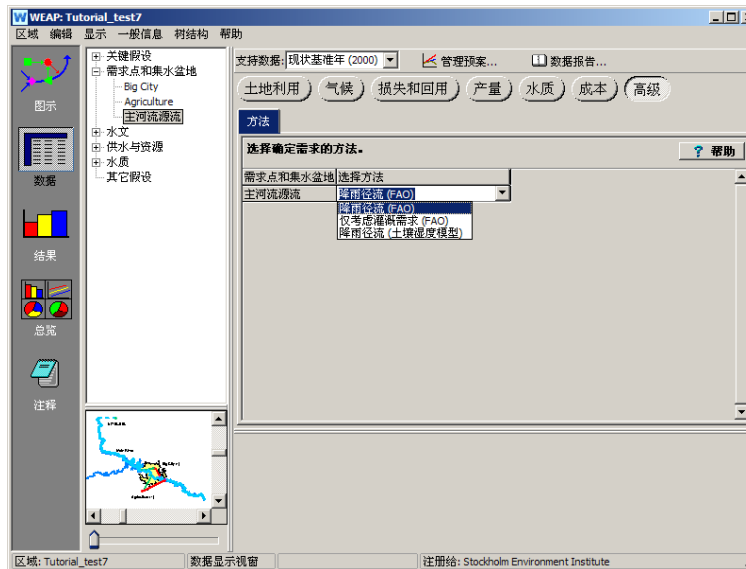
## 2. 在流域中生成适当的子结构 Create an Appropriate Substructure in the Basin

第一次右击“集水盆地”目标或从“数据树”上选择它，将自动打开一个要求用户为“集水盆地”选择模型的窗口：



选“降雨径流（FAO）”方法。

以后仍可以通过点击“数据”显示视窗的“高级”标签来更改该选择。



在“数据”显示视窗的数据树“主河流源流”分枝下，点击“土地利用”按钮并输入以下数据（保证是在“现状基准”之下）：

面积	10M ha（必须先选单位）
有效降水	98%
作物系数（Kc）（使用“月时间序列导引指南”输入以下数据）	
9月到2月	0.9
3月	1.0
4月	1.1
5月	1.4
6月到8月	1.1





注意对该集水盆地是否包括灌溉区的问题如果回答“是”（在“集水盆地”的“一般信息”之下），在“数据”显示视窗中集水盆地会出现一个“灌溉”按钮。该按钮打开的窗口中包含两个标签：（1）“是否为灌区”，如果没有灌溉，在这里输入“0”，或如果某个土地类型有灌溉则输入“1”；（2）“灌溉参数”，在这里应输入该区域的灌溉水中可用于蒸发蒸腾部分的百分比。

降雨径流法是一个计算径流作为降水与植物的蒸发蒸腾水量之差的简单方法。降水的一部分可以设成越过蒸发蒸腾过程而直接成为径流，以保证基流（通过“有效降水”参数）。

蒸发蒸腾通过首先输入参照蒸发蒸腾、然后为每类土地利用定义作物系数（Kc）并以此与参照蒸发蒸腾相乘来反映植物之间的差异的方式来估算。



关于该方法的更多情况见FAO网站（[www.fao.org](http://www.fao.org)）中FAO Irrigation and Drainage Paper 56，名为“Crop Evapotranspiration”。

输入低于 100% 的有效降水是表示在高强度降雨事件中部分降雨不可用于蒸发蒸腾这一事实的方法之一。此时即使降雨低于潜在蒸发蒸腾，仍产生少量至河流的径流。另一种方法是使用更复杂的模型，如 2-层土壤湿度模型与地表水-地下水交互作用模拟相结合，如本模块后面将介绍的。

### 3. 输入气候数据 Enter the Climatic Data

气候数据在集水盆地水平上输入。在“数据”显示视窗中，选数据树“需求点和集水盆地”分枝下的新集水盆地并在“气候”标签下用“月时间序列导引指南”输入以下数据：

月	降水	月	蒸发蒸腾参照
1 月	21	1 月	42
2 月	37	2 月	47
3 月	56	3 月	78
4 月	78	4 月	86
5 月	141	5 月	131
6 月	114	6 月	122
7 月	116	7 月	158
8 月	85	8 月	140
9 月	69	9 月	104
10 月	36	10 月	79
11 月	22	11 月	43
12 月	13	12 月	37



如果没有在线台站的数据，降水资料有时可以用世界气候模型推导而来，如University of East Anglia的Tim Mitchell (<http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/data/index.html>) 开发的模型。需要使用GIS软件来提取适用的数据。这类模型提供的是平均而非实际数据，意味着校准要更为棘手。

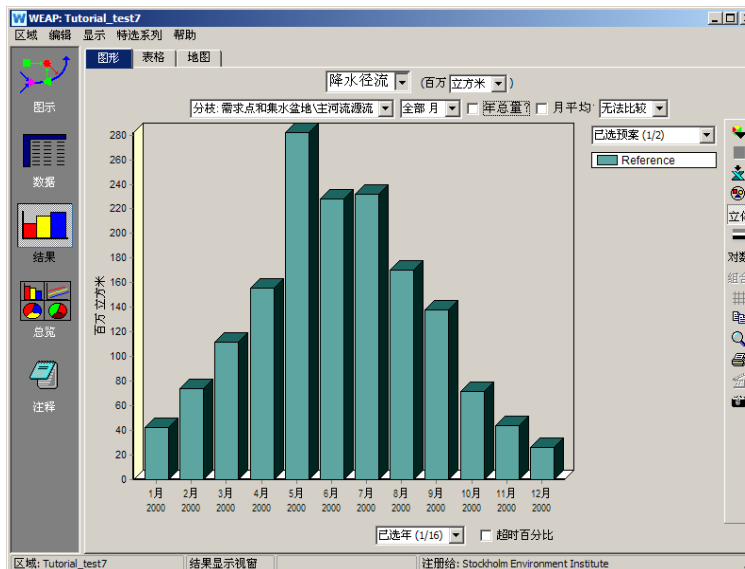
“参照蒸发蒸腾”可以通过一组气候和地形参数使用 Penman-Monteith 方程确定。详见上述 FAO 出版物。FAO 网站也有 FAO 汇编的全球月参照蒸发蒸腾模型。

## 4. 查看结果 Look at the Results

“集水盆地”的结果在主变量下拉菜单的“集水盆地”类中。

-到“主河流”的“降水径流”应与下图相似。

从图例上方的下拉菜单中选“Reference”预案、图形左上角的菜单中选“主河流源流”为需求点 / 分枝、及图形底部的菜单中“已选年”选项中选 2000 年。



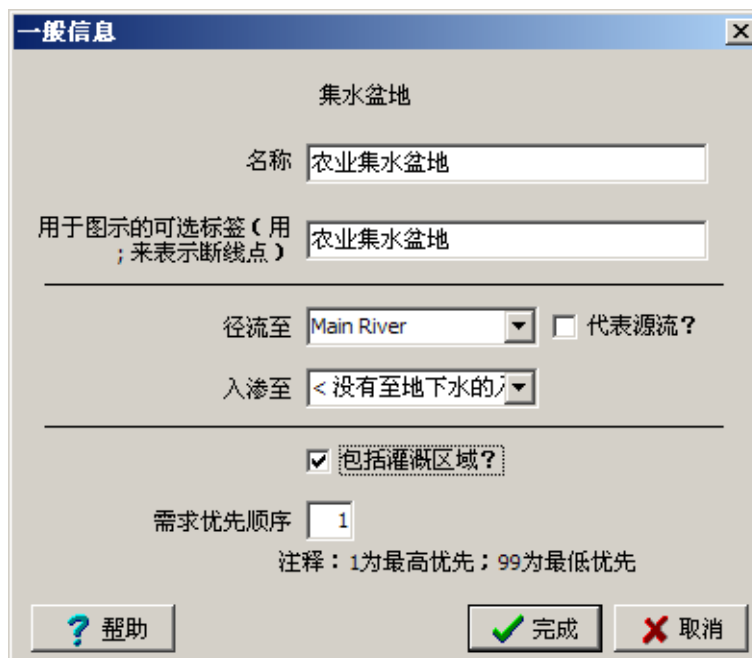
# 模拟集水盆地：土壤湿度模型 Modeling Catchments: the Soil Moisture Model

## 1. 以“集水盆地”取代“农业”需求点 Replace the Agriculture Demand Site with a Catchment

删除“农业”需求点并在同一位置生成一个“集水盆地”。称其为“农业集水盆地”并赋以下属性：

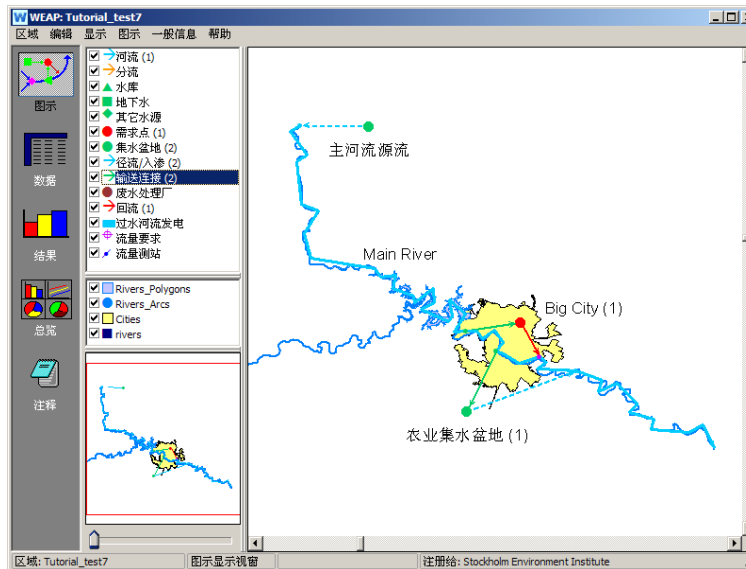
径流至	主河流
代表源流?	否 (选择框)
下渗至	没有至地下水的入流
包括灌溉区域?	是 (选择框)
需求优先顺序	1 (缺省值)

注意只有对“包括灌溉区域?”回答“是”时“需求点优先顺序”数据才会出现在对话框中。



## 2. 连接新集水盆地 Connect the New Catchment

新集水盆地应该已经与“主河流”以一“径流/入渗连接”相连。加入一条从“主河流”来的“输送连接”（起点与原来的“农业”需求点在同一位置），供给择优顺序为 1。模型应如下：



生成该输送连接的目的是，当降雨不足时，允许从河流为灌溉区域供水。

### 3. 为“集水盆地”生成子结构 Create sub-structure in the Catchment

假定该集水盆地有三类土地利用。在“数据”显示视窗中数据树下右击新集水盆地并选“增加”来加入以下分枝（如果通过右击“图示”上的节点而非通过“数据”显示视窗来选择集水盆地，将首先被要求选择模拟方法 – 选“降雨径流（土壤湿度模型）”方法）：

灌溉农田  
森林  
草地

### 4. 输入适当的土地利用数据 Enter the Appropriate Land Use Data

在“数据”显示视窗选新生成的“集水盆地”，点击“高级”按钮选“降雨径流（土壤湿度模型）”方法。点击“土地利用”按钮输入以下数据：

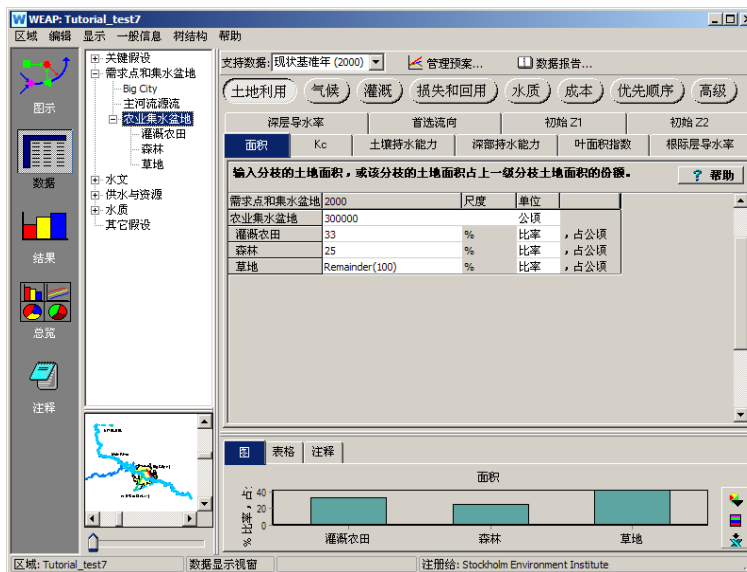
总土地面积	300,000 ha (必须先选单位)		
土地类型的比率	灌溉农田	森林	草地
	33%	25%	remainder(100)
叶面积指数	灌溉农田	森林	草地
	3.6	3.0	1.7

根际层导水率	60	35	45 mm/月
初始Z1	50%	20%	20%

其它变量值在集水盆地内所有土地类型上均一致。

初始 Z2	20%	
土壤持水能力 <b>Root Zone Water Capacity</b>		900 mm
深部持水能力	35,000 mm	
深层导水率	240 mm/月	
首选流向	0.15	

Kc 使用与前面练习中“主河流源流”集水盆地相同的输入值。可以拷贝并粘贴其表达式至“农业”集水盆地土地类型 Kc 栏。



“降雨径流（土壤湿度模型）”方法旨在提供一种简单但现实的模拟水文过程的途径。关于该方法及其参数的详细情况和校准程序，见该指导练习的附录和WEAP网站 ([www.weap21.org](http://www.weap21.org)) 的“publication”（出版物）部分的文章。相关的WEAP帮助主题提供了每一参数的描述和模型的概述。上述参数值仅为演示之用。

## 5. 输入适当的气候数据 Enter the Appropriate Climate Data

在与上一步相同的视窗中，选“气候”窗口并输入以下数据：

降水	使用与前面练习中“主河流源流”集水盆地相同的输入值。
温度	MonthlyValues( Jan, 9, Feb, 12, Mar, 16, Apr, 21, May, 24, Jun, 27, Jul, 29, Aug, 29, Sep, 27, Oct, 22, Nov, 16, Dec, 11 )
湿度	65%
风速	1m/s
纬度	30°

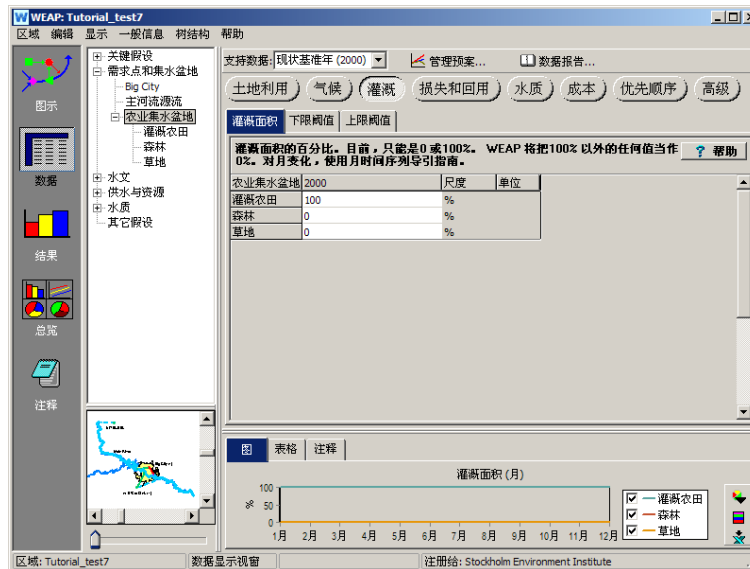


如果流域没有降雪，则无需积雪资料。WEAP 根据温度和融点、冰点参数决定雪的形式。如果后两个参数为空白，将不允许积雪。

## 6. 设置灌溉区域 Set up Irrigated Areas

在与上一步相同的视窗中，选“灌溉”窗口并输入以下数据：

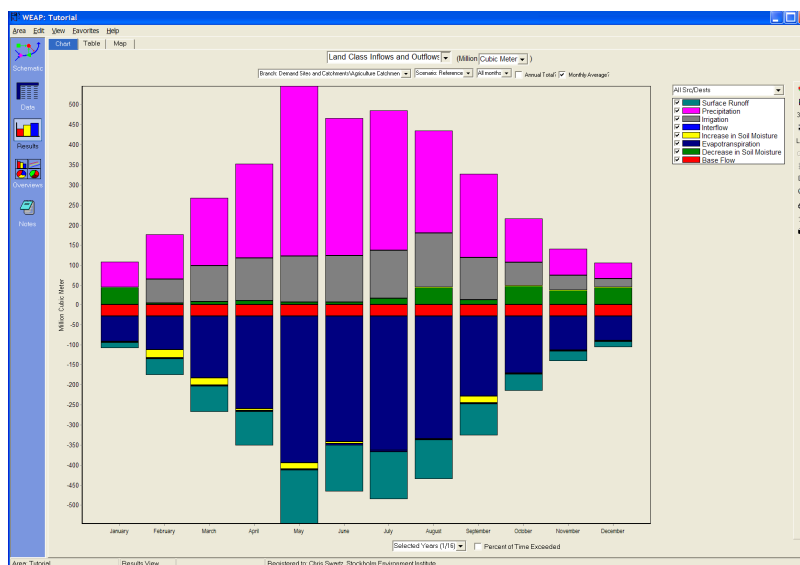
	灌溉农田	森林	草地
灌溉面积	100%	0%	0%
下限阈值	45%		
上限阈值	55%		



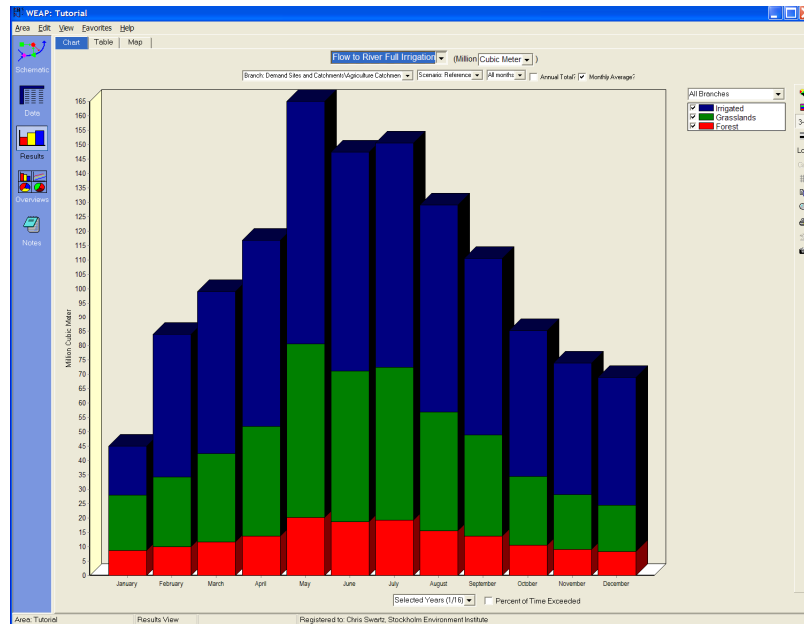
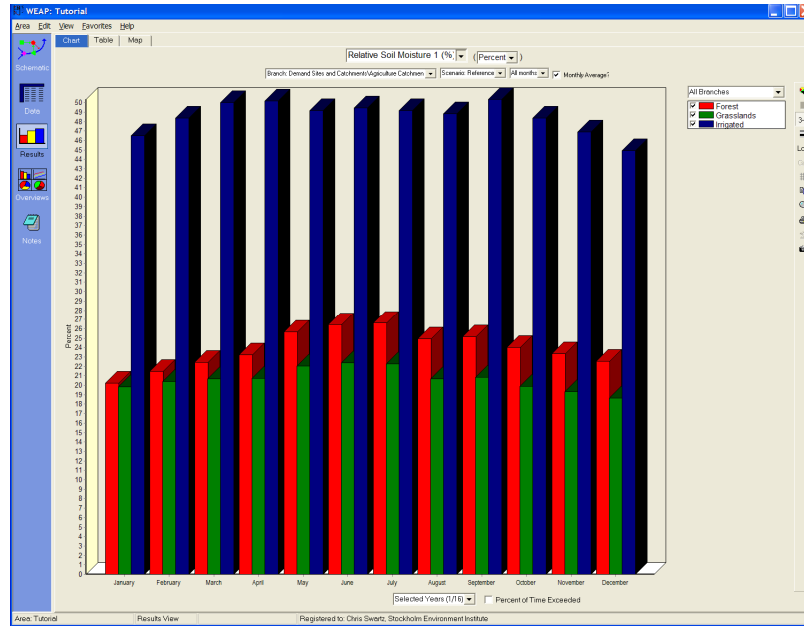
## 7. 查看结果 Look at Results

查看以下结果。结果也在“结果”显示视窗的“集水盆地”类中。从主变量下拉菜单选“土地类型入流和出流”。从图例上方的下拉菜单中选“全部源与目的地”。为查看农业集水盆地的“灌溉农田”部分，从图形左上方的下拉菜单中选“分枝：需求点和集水盆地 / 农业集水盆地 / 灌溉农田”。使用底部下拉菜单中的“已选年”选项选 2000 年。点击右上角的“月平均”。

“土地类型入流和出流”以很详细的方式表示每种土地类型的水平衡。  
“灌溉农田”土地类型的入流和出流图应与下图相似：



也可以查看其它一些参数的结果，如“上层土壤湿度”（土壤相对湿度1（%）），或显示流入河流中的水量、包括过剩的灌溉用水的“充分灌溉情况下至河流的流量”。



以上的系列图形表明，灌溉主要发生在2月到10月。灌溉农田土地类型第一层土壤的湿度全年相当稳定，在45%到50%之间，这与我们设定的下限阈值一致。对从集水盆地到河流的流量贡献最大的是灌溉农田土地类型。

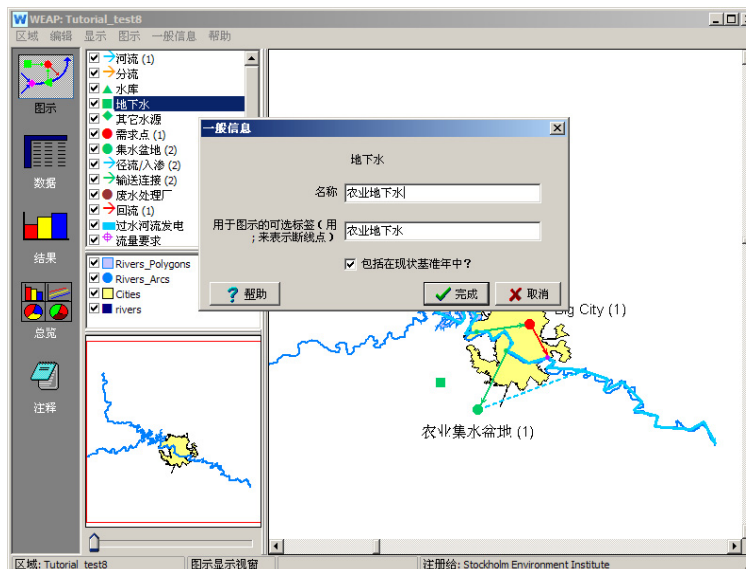


# 模拟地表水-地下水交互作用 Simulating Surface Water-Groundwater Interaction

## 1. 生成一个“地下水”目标 Create a Groundwater Object

生成一个新的“地下水”节点。

将该“地下水”目标置于前面练习中生成的“农业集水盆地”附近。称其为“农业地下水”。



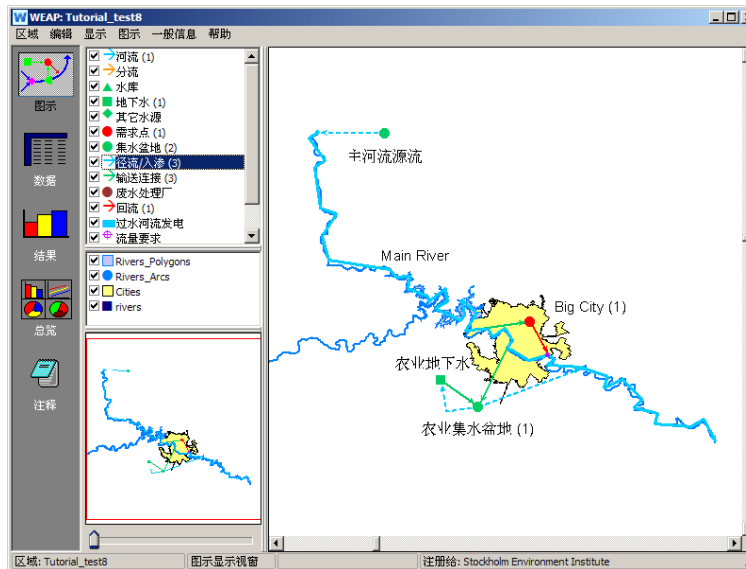
## 2. 将“地下水”目标与“集水盆地”连接 Connect the Groundwater Object to a Catchment

生成以下连接：

从“农业地下水”到“农业集水盆地”的“输送连接”（供给择优顺序为 1）

从“农业集水盆地”到“农业地下水”的“径流入渗连接”

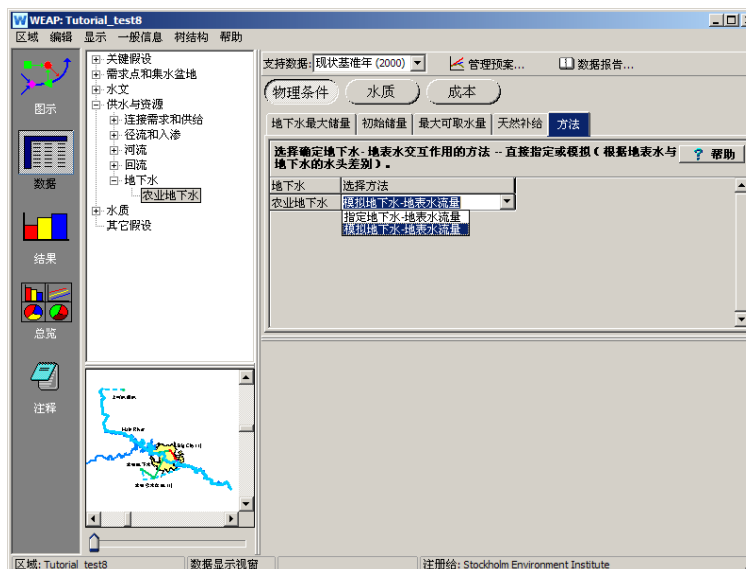
形成的模型如下：



也可以通过在“图示”显示视窗中右击集水盆地选“一般信息”然后在“入渗至”下拉菜单中选地下水，来生成集水盆地和地下水节点之间的“径流/入渗连接”。

### 3. 输入适当数据 Enter the Appropriate Data

在“数据”显示视窗选“农业地下水”，转至“物理条件”窗口选“方法”标签下的“模拟地下水-地表水流量”方法。



转至“水质”窗口再转回“物理条件”窗口使修改生效（此时“物理条件”窗口中出现了几个新标签）。在相应标签下输入以下数据（若无指定值则留空白）：

初始储量	50M m <sup>3</sup>
水力传导性	10m/日
单位产水量	0.1
水平距离	5000m（潜水层垂直于河流方向的范围）
湿深度	5m
河面海拔处储量	50Mm <sup>3</sup>



#### 4. 选择与潜水层有交互作用的河段 Select the Reaches that Interact with the Aquifer

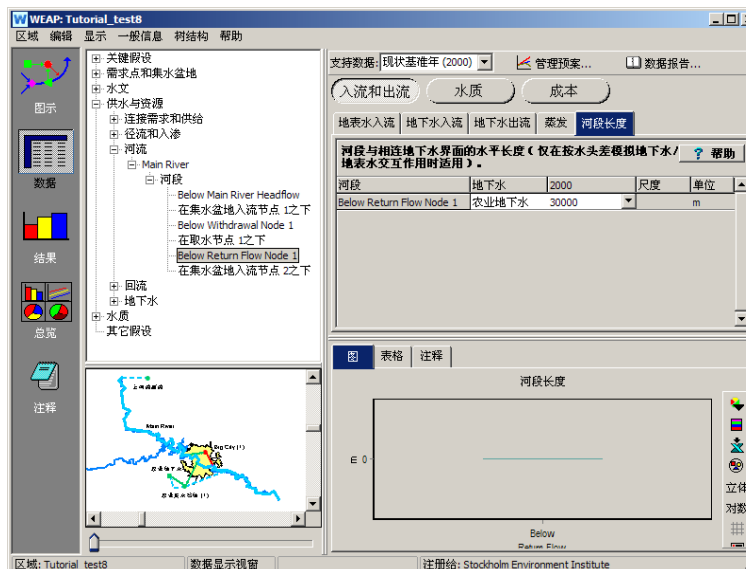
在“数据显示视窗”的数据树上，点击“供水与资源 / 河流”分枝及下面各层旁的“+”号来扩展“主河流”的所有河段。选“大城市”回流节点（回流节点1）下游的河段；可能需要转至“图示”并右击各节点来找到模型中该节点的名字）。然后在该河段“河段长度”标签下输入以下数据：

从地下水 选“农业地下水”



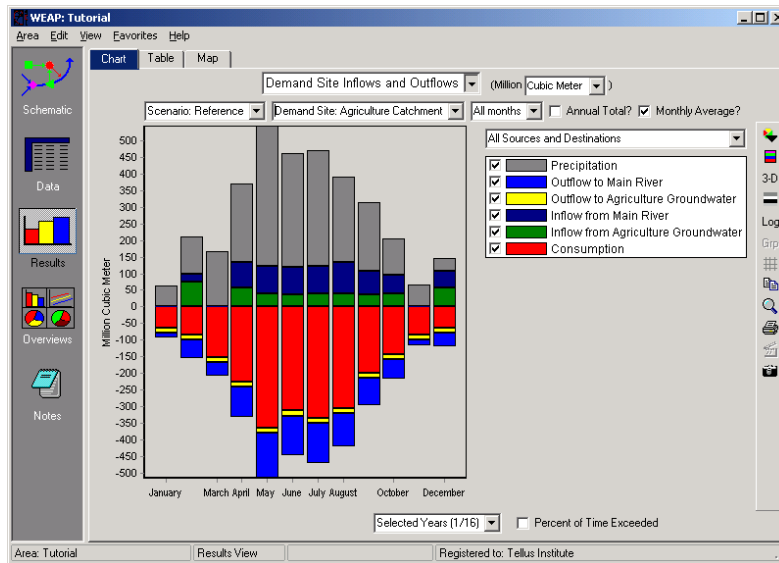
河段长度

30,000 m



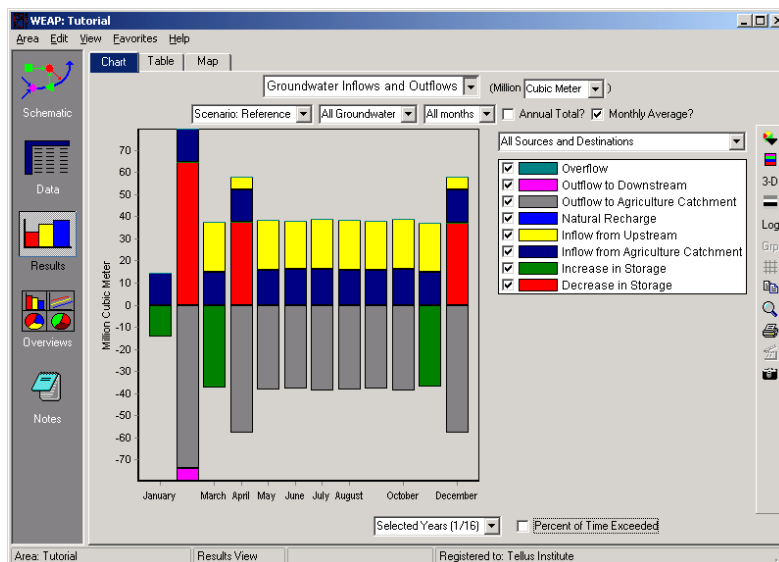
## 5. 查看结果 Look at the Results

查看“农业集水盆地”的“需求点入流和出流”，选2000年的“全部源与目的地”。点击“月平均”。



注意这些结果包括“来自农业地下水的入流”（因为“农业地下水”节点被指定为“农业集水盆地”的灌溉水源）和“到农业地下水的出流”（因为两个节点之间生成了径流/入渗连接）。

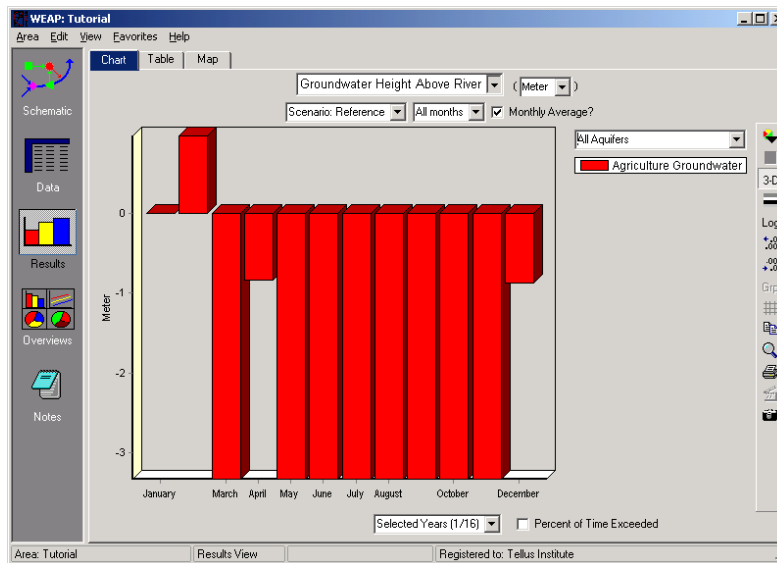
也查看 2000 年的（月平均）“地下水入流和出流”（在“供水与资源 / 地下水”之下）。





注意“来自上游的入流”类表示在前面选定的河段上“主河流”的水向“农业地下水”的入渗。同样，“到下游的出流”表示地下水到“主河流”的渗流。

查看地下水位高于河面的高度。从主变量下拉菜单中选“供水与资源 / 地下水 / 河面以上高度”。从图例上方的下拉菜单中选“已选潜水层”选项中的“农业地下水”。



注意在地下水到“主河流”渗流出现的月份（2月），地下水位高程高于数据集中河流的湿深度（即高程差为正数）。同样，当“主河流”向地下水入渗出现时，高程差为负值。

---

# WEAP

水资源评估和规划系统

Water Evaluation And Planning System

# 财务分析 Financial Analysis

针对如下内容的指导练习 **A TUTORIAL ON**

建立成本和收入模型 <i>Setting up the Cost and Revenue Model</i> .....	176
模拟成本 <i>Modeling Cost</i> .....	178
模拟收入 <i>Modeling Revenue</i> .....	183

November 2007

**注意 Note:**

使用该模块前应该已经完成前面的模块（“一小时了解 WEAP”、“基本工具”和“预案”）或具备对于 WEAP 的较好的了解（数据结构、关键假设、表达式构建工具、生成预案）。在主菜单“回复版本”选项中选择名为“Starting Point for all modules after ‘Scenarios’ module”的版本来开始该模块。

## 建立成本和收入模型 Setting up the Cost and Revenue Model

### 1. 理解 WEAP 中的成本和收入模拟 Understanding Cost and Revenue Modeling in WEAP

WEAP 模拟三种成本：资本成本、固定运行和维护（O&M）成本、不定运行和维护成本。也可以模拟三种收入：固定收入、不定收入、发电收入。任何目标（如需求点、河段、地下水节点、水库或水电站）都可以有成本和收入。

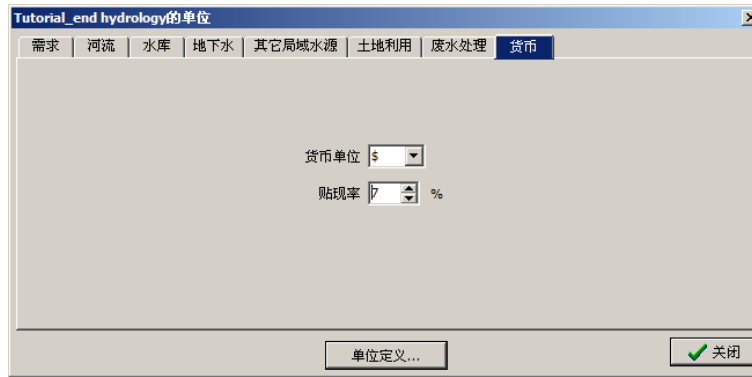
*关于成本和收入，详见“帮助”主题“输入单项成本和收入”。*

### 2. 设置贴现率 Setting the Discount Rate

在“一般信息 / 单位”菜单选项中选“货币”标签并输入“贴现率”。

*贴现率                      7%*





贴现率用于计算净现值和货币增值。它与利率不同，利率在计算贷款还款时需人工输入。



需要先决定分析是针对真实美金还是名义美金（考虑或不考虑通胀），因为这将影响贴现率、利率、和成本及收入增长。

贴现率的确定在经济分析中很重要。有基于不同方法的导则，如资本的加权平均成本（WACC）或资本资产定价模型（CAP-M）。美国政府目前推荐对公共部门的项目使用7%的贴现率（包括通胀）。

### 3. 改变模拟时段 Changing the Modeling Duration

主要在考虑长的时期时成本模拟才有意义。通过“一般信息 / 年和时间步长”对话框来扩延 WEAP 模拟的时段。更改“预案的最后一年”变量：

预案的最后一年          2025





更改“预案的最后一年”不会影响“现状基准”、即所有预案的基准年份。这仅影响所有预案，包括“Reference”预案。关于 WEAP 和预案，详见本指导练习的“预案”模块。

## 模拟成本 Modeling Cost

### 1. 输入需求点成本数据 Enter Demand Site Cost Data

在“数据”显示视窗数据树的“需求点”分枝下为“大城市”需求点输入以下数据（在“现状基准”中）。点击“成本”按钮在“资本成本”标签下输入：

资本成本                      贷款 120M\$, 年份 2000, 还款期 15 年, 利率 5%

用“表达式构建工具”来选用内置函数“LoanPayment”（贷款还款）；将该函数拖拉至表达式窗口并在括弧中键入参数 120000000, 2000, 15, 5%。形成的表达式为：“LoanPayment(120000000,2000,15,5%)”。

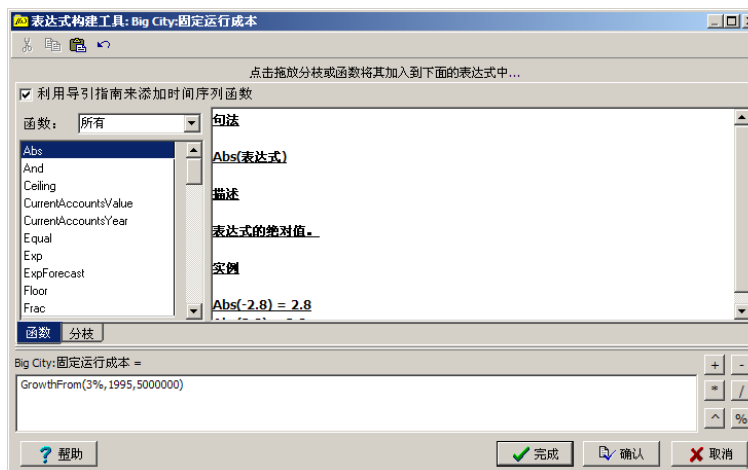


不定运行成本

0.12\$/m<sup>3</sup>



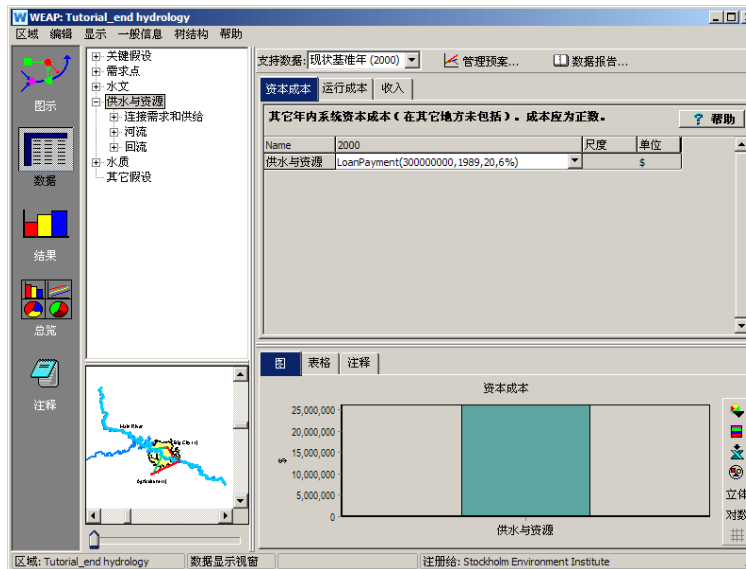
固定运行成本                      年值5M\$, 增长率3%从1995年开始  
再次使用“表达式构建工具”，选内置函数“GrowthFrom”并在括弧中输入相应参数。形成的表达式为：“GrowthFrom(3%,1995,5000000)”。



## 2. 输入针对整个系统的成本数据 Enter System-Wide Cost Data

假定在“现状基准年”之前已经有一部分贷款，目前仍在还款。该部分成本属于整个系统，而不是某个具体的目标。在“数据”显示视窗的数据树“供水与资源”分枝下输入以下数据：

资本成本                      贷款300M\$, 发生在1989年还款期20年，利率6%  
再次使用“表达式构建工具”和“LoanPayment”函数。形成的表达式如下：“LoanPayment(300000000,1989,20,6%)”



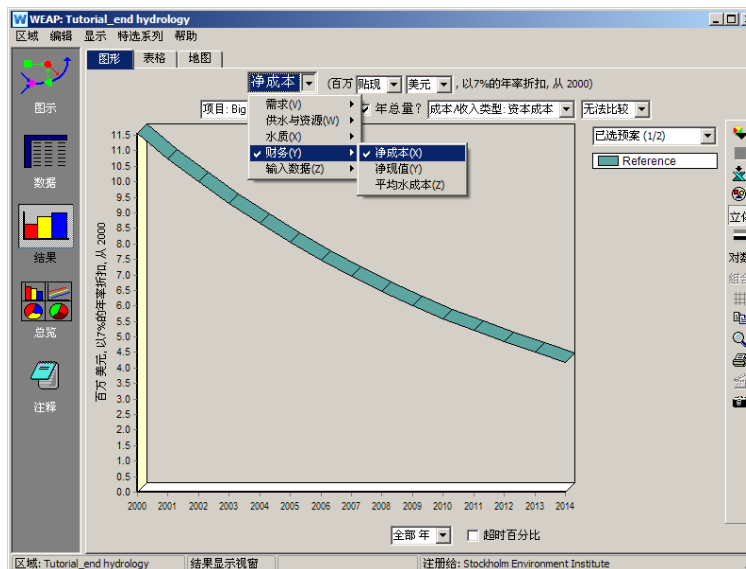
### 3. 评估结果 Evaluate Results

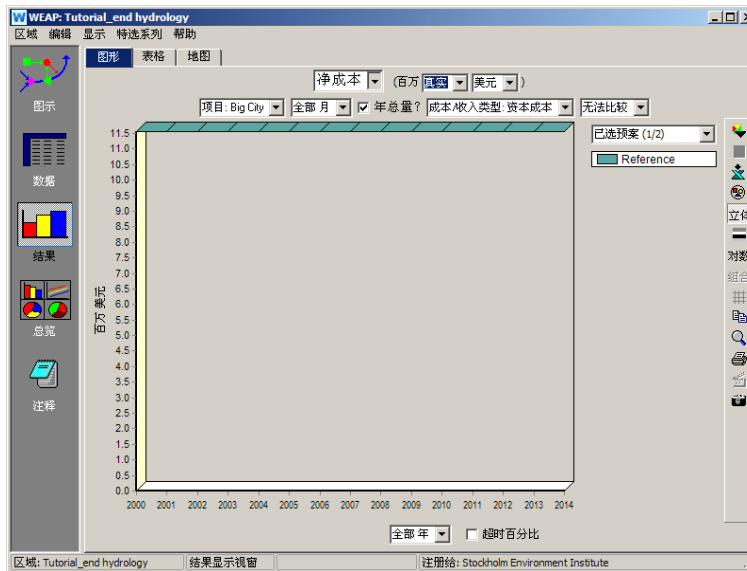
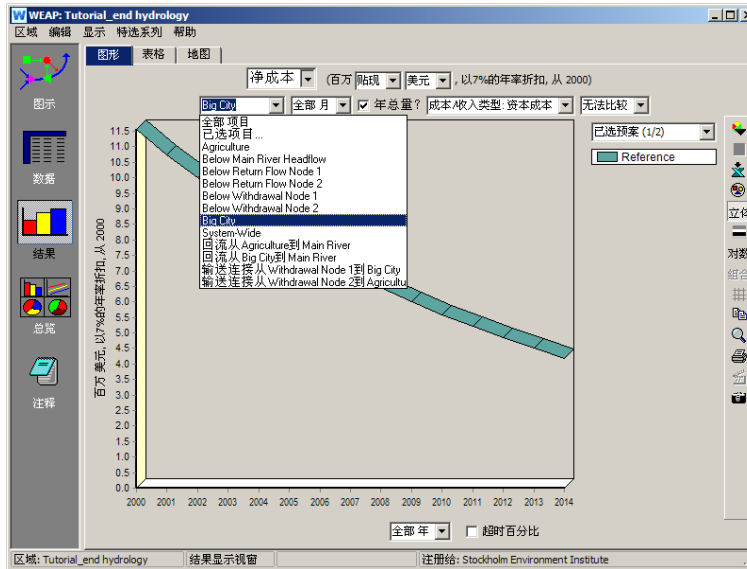
运行模型并查看以下结果：

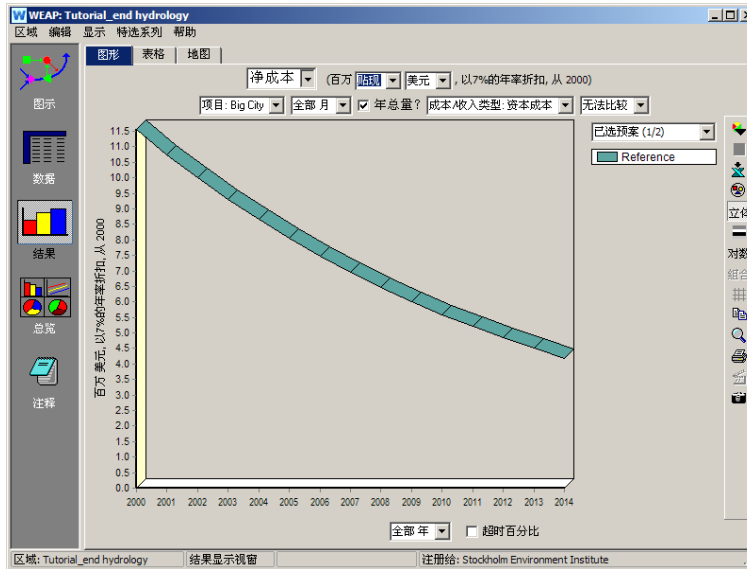
财务/净成本：

“大城市”的“真实”和“折扣”美元值的差别是什么？

从主变量下拉菜单选“财务/净成本”，从图形左上方的菜单中选“大城市”。从图形右上方菜单中选“资本成本”。保证在图例上方的菜单中选了“Reference”预案。在“单位”菜单（选“美元”）左面的菜单中的“真实”和“折扣”选项之间转换。





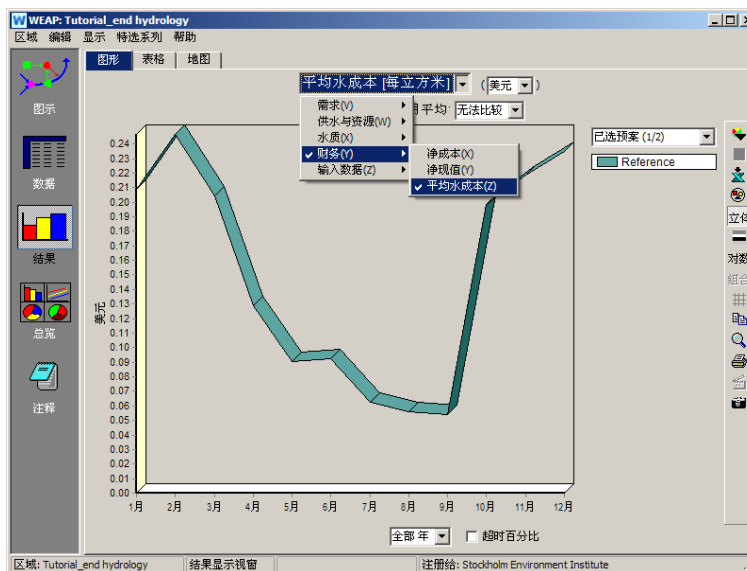


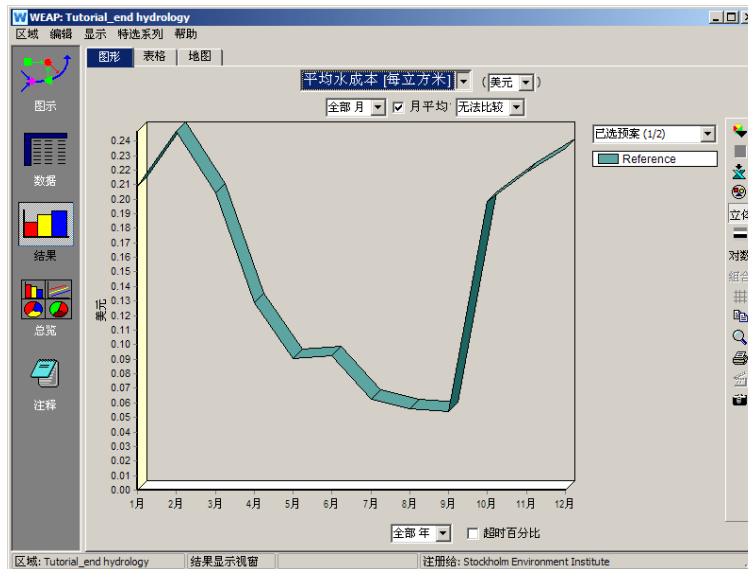
“真实”美元是美元的实际值，而“折扣”美元值是使用贴现率折成的现值。成本出现在越遥远的未来，它的现值就越低。

### 平均水成本

什么因素使得成本逐月变化？什么因素使得成本逐年变化？

从主变量下拉菜单中选“财务|平均水成本”。保留已选的“Reference”预案并点击“月平均”。结果图如下：





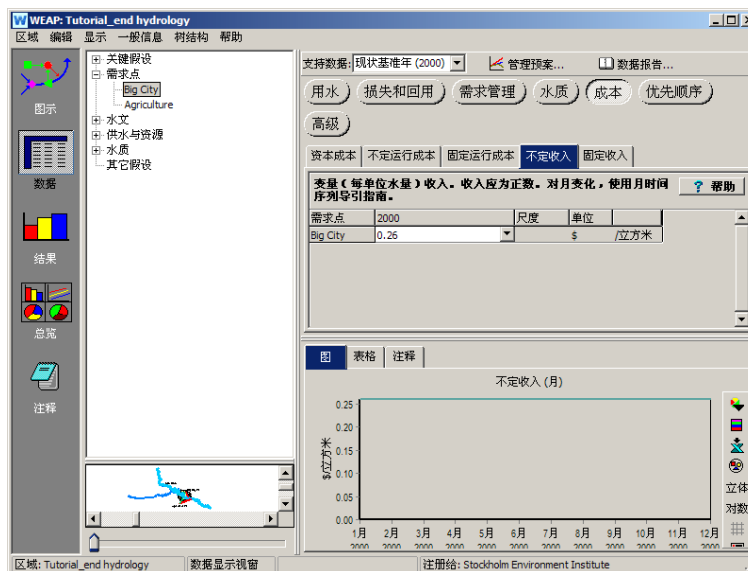
在固定成本不变的情况下，平均水成本月变化形成的原因是耗水的变化（特别在“农业”地区）。年变化主要由资本成本变化驱动（老的贷款还清，新贷款出现）。

## 模拟收入 Modeling Revenue

### 1. 输入需求点收入 Enter Demand Site Revenue

在“数据”显示视窗“大城市”需求点的“成本”窗口，输入例如相应于水价的以下数据：

不定收入  $0.26\$/m^3$





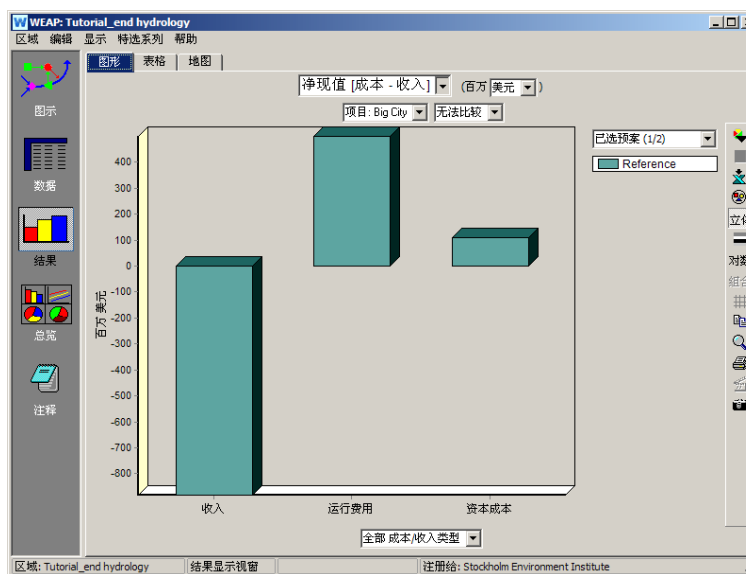
当模拟有水力发电的水库时（见 WEAP 指导练习模块“水库和水电”），用户还可以输入发电的收入。只有在有关联的项目中相关数据输入标签才出现。

## 2. 比较成本和收入的净现值 Compare Net Present Cost and Revenue

显示项目的“净现值”。

*成本的净现值与收入的净现值相比较情况怎样？*

选主变量下拉菜单下的“财务|净现值”，选“大城市”为要查看的点。所得图形如下：



*这一比较说明什么？*



成本净现值可以与收入净现值相比较来得到关于系统经济可行性的概念。如果成本净现值超过收入净现值，那么系统的收益低于一般项目（如贴现率所定义的）。如果收入净现值超出成本净现值，则系统的收益高于一般项目。