

# 物流系统建模与仿真

## 第二节 仿真软件操作基础

# 仿真平台

- 1950s DYNAMO早期版本
  - 1960s-1970s DYNAMO II 和DYNAMO II/F版本 大型计算机
  - 1980s 适用于小型机和微型机的Mini-DYNAMO、 DYNAMO III等版本相继出现
  - 1990s 美国的Vensim、 Ithink/Stella、 Powersim , 以及英国的DYSMAP
- 
- 从类型上看，仿真平台可以分为*面向模型*、 *面向黑盒*、 *专家研究型*三类，而 Vensim、 Ithink/Stella、 DYSMAP等属于面向模型的仿真平台

# Vensim

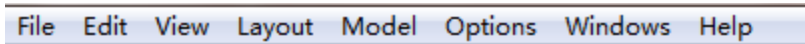
- › 开发者Bob Eberlein
  - MIT获得Ph.D
  - 国际系统动力学学会主席
  - 后主持多次国际系统动力学学术大会
- › 1985年组建了Ventana Systems, Inc.
- › 1988年开发出了命名为Vensim的软件
- › 该软件至1993年才发布了的1.50版稳定版本

# Vensim

- › Vensim PLE
  - 教育版
- › Vensim PLE Plus
  - 除PLE的功能外具有Monte-Carlo模拟和灵敏度测试等功能
- › Vensim Professional
  - 增加部分高级功能，包括方程文本编辑、下表变量等
- › Vensim DSS
  - 飞行模拟，另外可以通过DLL与外部程序交互
- › Vensim Model Reader
  - Vensim的模型阅读版本，可以运行并分析模型，但不能修改
- › Molecules
  - 分子动力学软件
- › Venapps
  - 自定义Vensim程序，可二次开发

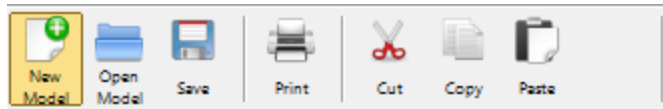
## › 软件基本布局

- 菜单栏



Vensim PLE中的所有功能都可以在菜单栏中找到对应选项

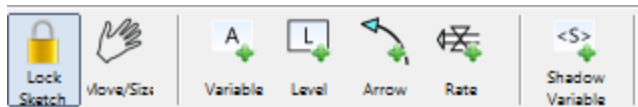
- 工具栏



常用的操作功能都在工具栏中有对应项，基本满足日常建模时使用需求



左侧显示了计算结果存放在哪里，而右侧Simulate则是用来启动仿真计算



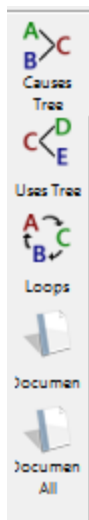
这部分是建模时最常用的工具，中间四个Variable, Level, Arrow, Rate则是构成仿真系统的四个基本组件



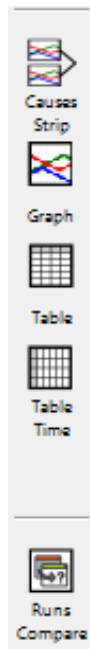
这里的工具则围绕组件构成的模型进行“修整”，分别是设置输入输出组件、添加注释、删除组件、设置公式和设置参考模型

## › 分析工具

界面左侧一列是用来分析模型结构的工具

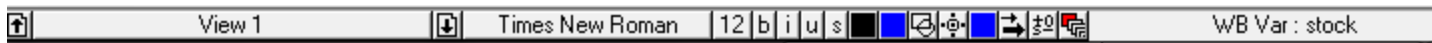


靠上一部分功能项，前两个是以树形展开模型因果关系；第三个LOOPS则用于分析因果回路；而最后两个则用于查看模型的具体公式



下半区的功能项，主要用来展示模型计算结果，其中前两个是状态的曲线图，而中间Table和Table Time则分别以列表形式显示具体计算结果，最下一项则用于比较不同模型运行结果

## › 状态栏



在整个界面最下边还有一条成为状态栏的地方，这里所有功能均不涉及计算和分析，主要用来控制字体、颜色、显示方式等，此处自行尝试不做详细说明

# 总结

- › 系统仿真的核心是模型，相应的，工具中所有功能围绕四个组件展开，抓住四个组件的应用其他功能则容易理解。

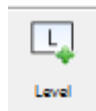
# 构建仿真系统

例：有一个水池，一头进水 一头出水，假设水池没有容积限制

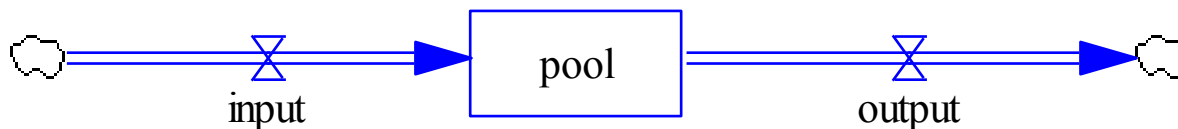
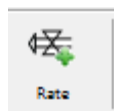
问（小学数学题）T时刻后水池里有多少水

（系统仿真题）在0到T时刻过程中水池中的水位如何变化

● 存量（Level）



● 流量（Rate）



利用组件拼接建立一个仿真系统，如图Level代表了水池中的水量，而左右两侧则分别代表了进水管和出水管



# 构建仿真系统

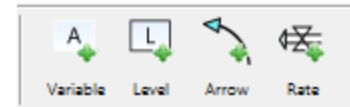
## › 调节组件状态

- 组件中会有小圆点，代表组件内一部分的状态
- 率量组件左右小圆点可以调整箭头指向方向
- 中间上下三角组成的漏斗用于承接Arrow连接



# 设置系统参数

- › 此时系统尚不能运行，因为各组件没有相应参数
- › 必要参数
  - 积量Level 必须有初始量
  - 率量Rate 必须有进水的速率
- › 为每个组件添加参数
  - 使用Equation工具点击对应组件
  - 右键点击组件进去公式编辑状态



```
Document All
(1) FINAL TIME = 200
    Units: Month
    The final time for the simulation.

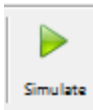
(2) INITIAL TIME = 0
    Units: Month
    The initial time for the simulation.

(3) input=
    0.2
    Units: **undefined**

(4) output=
    0.15
    Units: **undefined**

(5) pool = A FUNCTION OF( input,-output)
    pool= INTEG (
        input-output,
```

## 运行仿真系统

- › 组件搭建完毕，参数也设置齐全，一个完整的水池系统模型构建完成
- › 运行系统 A small square button with a green right-pointing triangle and the word "Simulate" in black text below it.
- › 数据存入了Current.vdf文件当中
- › 使用分析工具观察各组件的状态
- › 可以将多次仿真结果放入不同的vdf文件中，以方便比较

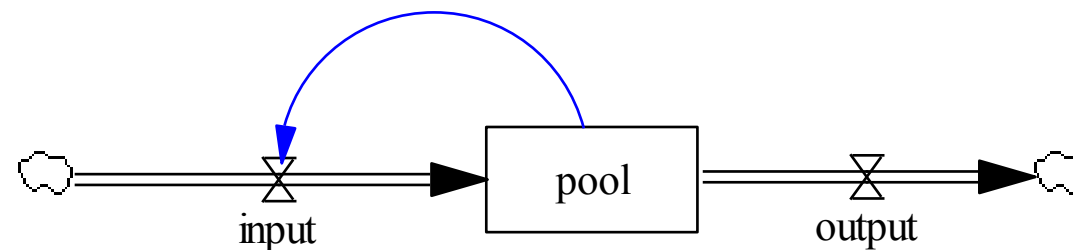
# 元素间的联系

› 元素间的联系是系统的基本特征之一

- 在组件之间利用Arrow建立联系

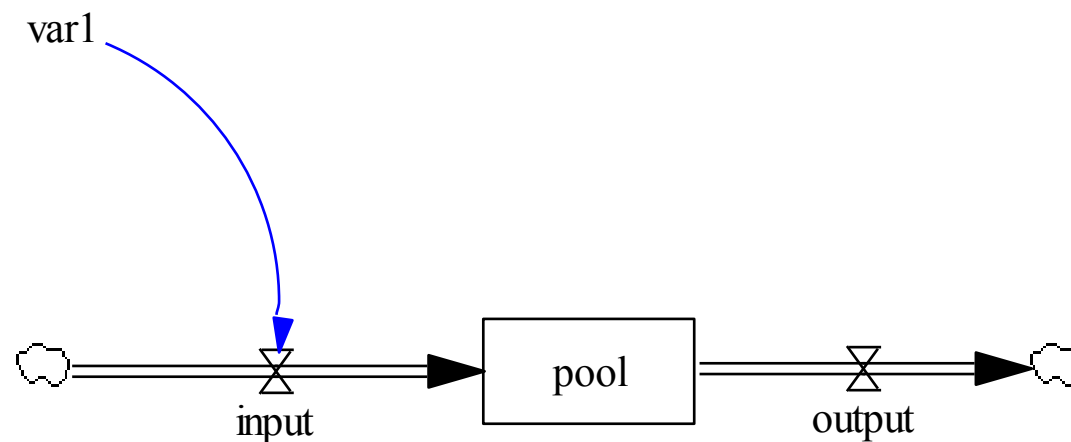


- Arrow指向的组件必须在公式中添加对应联系



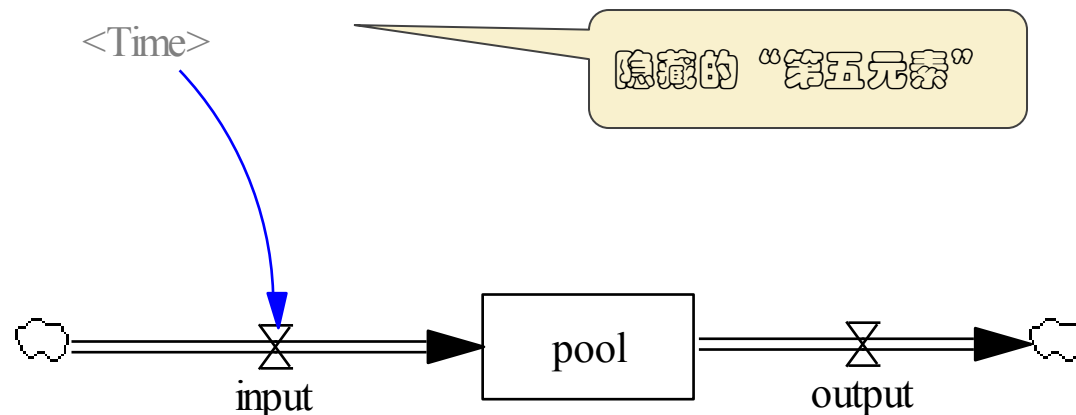
## 第四个元素：Variable

- › 介于积量、率量之间的中间计算变量
- › 灵活的变量形式，表示外部变量或者数值转化



# 隐藏变量Time

- › 整个系统中都隐含了时间项，但时间项并不显示
- › 当需要设置时间相关变量时，需要利用Shadow Variable在建模界面上加载



Equations

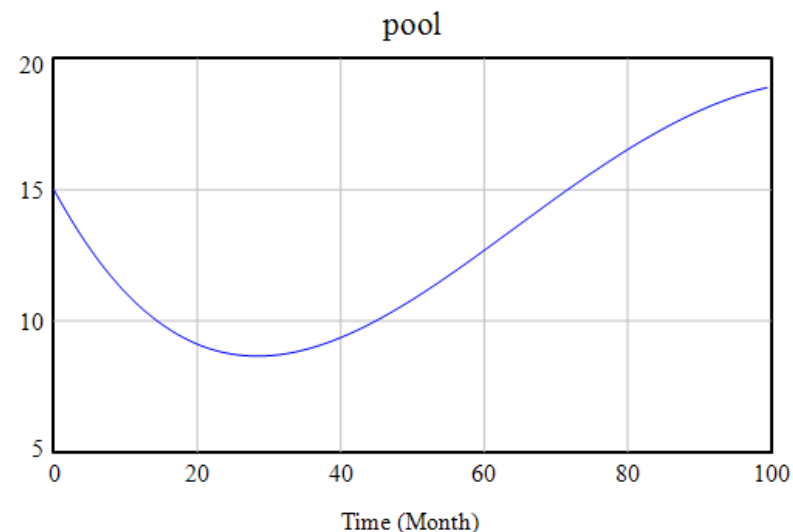
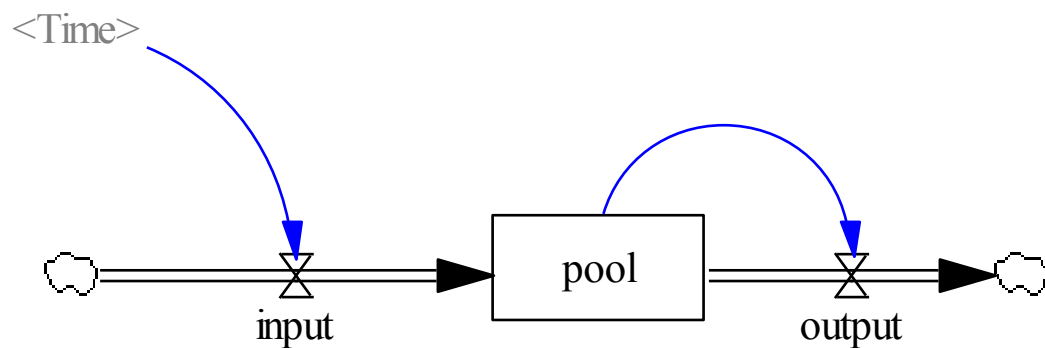
=

$0.7 * \sin(0.2 * \text{Time})$

## 系统仿真模型

例-水池pool原有水15L，有一个进水口一个出水口，进水口速率是 $0.7 \cdot \sin(0.02 \cdot \text{Time})$ ，由于水位上升，出水口速率与水池水量呈正比关系，即 $0.02 \cdot \text{pool} + 0.2$

任务：建立仿真模型，时间范围0-100



# 总结

1. 系统仿真模型的基础是四个组件，分别对应了系统建模中的四个元素
2. 四个组件的操作细节非常多，需要重视如何正确调整组件状态
3. 积量、率量和辅助变量需要设置相应公式和参数
4. 连接线连接的组件必须在公式设置中体现
5. 时间项Time是隐含在其他组件中的变量，需用隐藏变量才能显式加入系统中

据说，集齐四个元素就可以  
召(Dian)唤(Li)神(Mo)龙(Xing)





# 思考

- › 仿真系统是如何与微积分对应联系起来的？
- › 为何不能直接用微积分计算仿真系统？