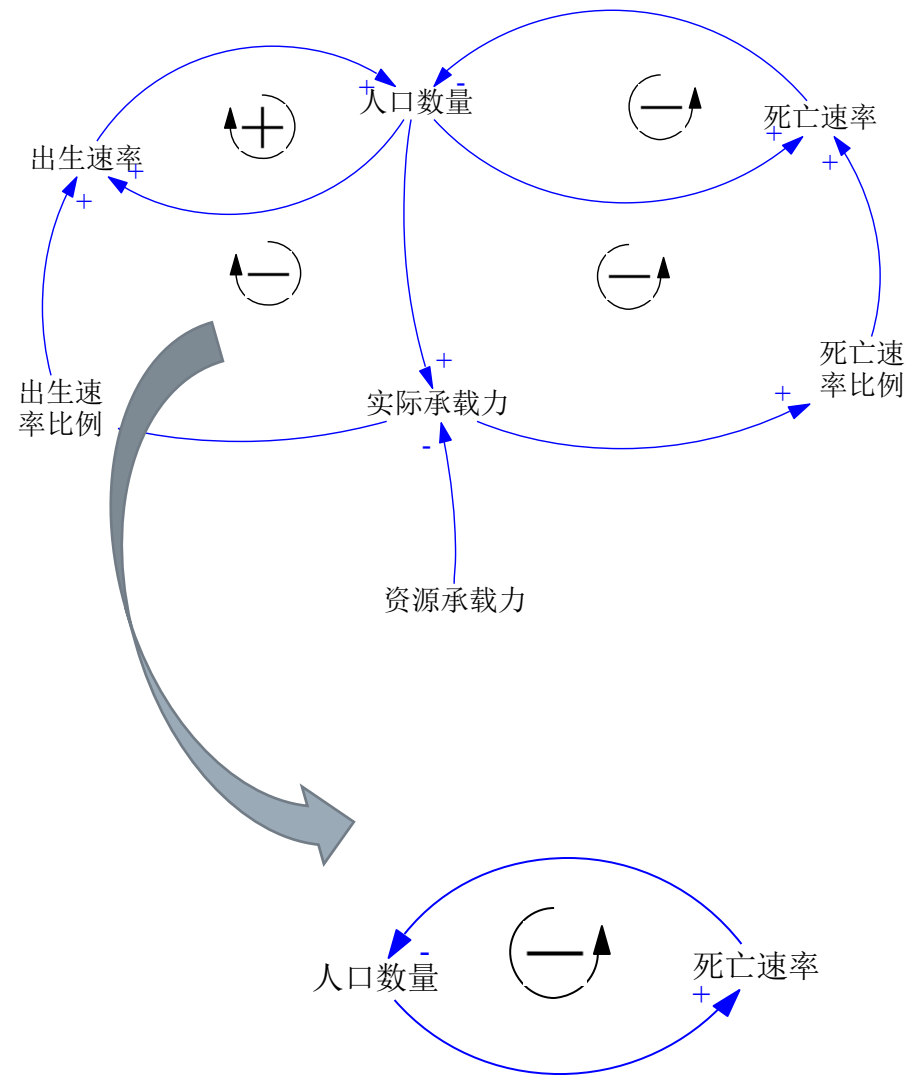


# 物流系统建模与仿真

## 第十节 一阶反馈系统

# 一阶系统的基本结构

- › 所谓一阶系统，即存在一个状态变量的反馈系统
- › 系统阶数是由系统中包含多少个状态变量决定的
- › 在存量流量结构中引入反馈过程
- › 通常这种结构只有一个存量
- › 一阶系统的类型
  - 线性系统
  - 非线性系统

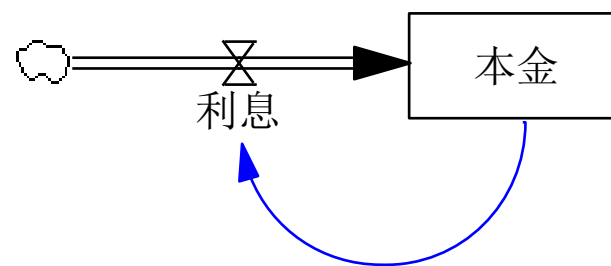
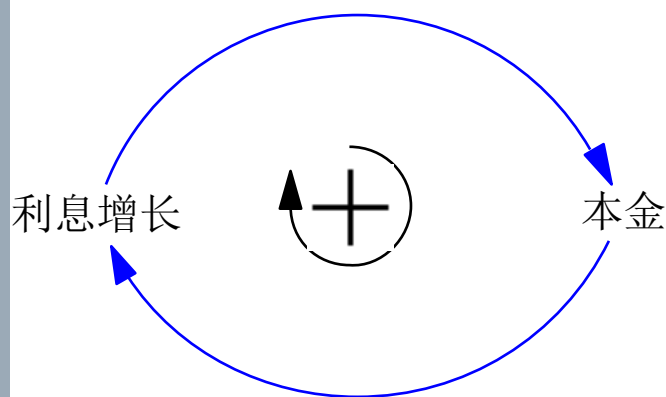


复杂的系统由多个基本结构组成，一阶系统作为基础结构支撑了许多系统的运行

## 案例（正反馈）

### › 复利

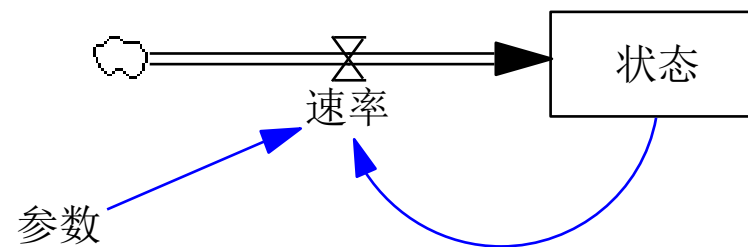
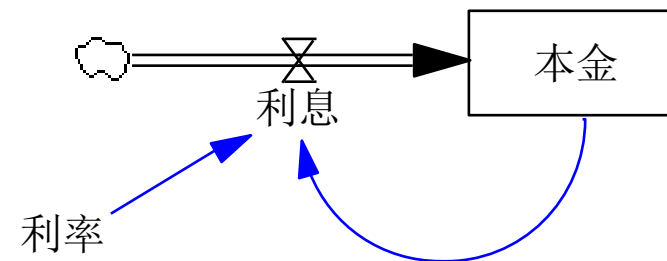
- 银行本金20万元，如果按照利息每年百分之7算，二十年后本金将会是多少，一百年后是多少，这个过程中本金是沿什么轨迹增长的



本金=INTEG(利息, 20)  
利息=0.07\*本金

# 正反馈的基本结构

- › 存量
- › 流量
- › 参数
- › 反馈链



# 正反馈基本趋势

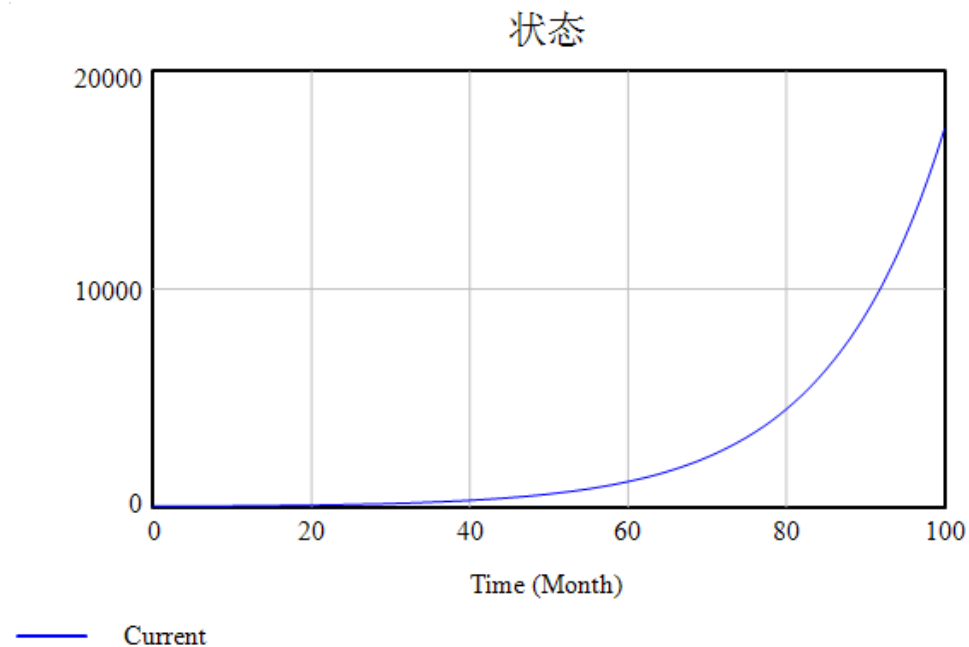
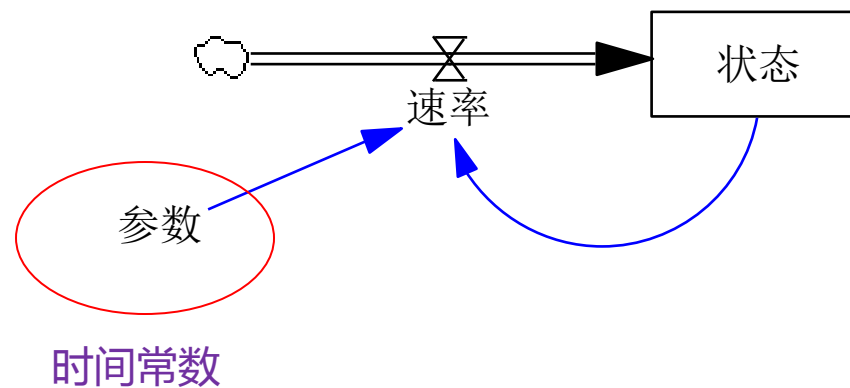
## › 建立一个简单正反馈模型

状态=INTEG(速率, 0)

速率=参数\*状态

参数=0.25

观察存量状态的变化特点

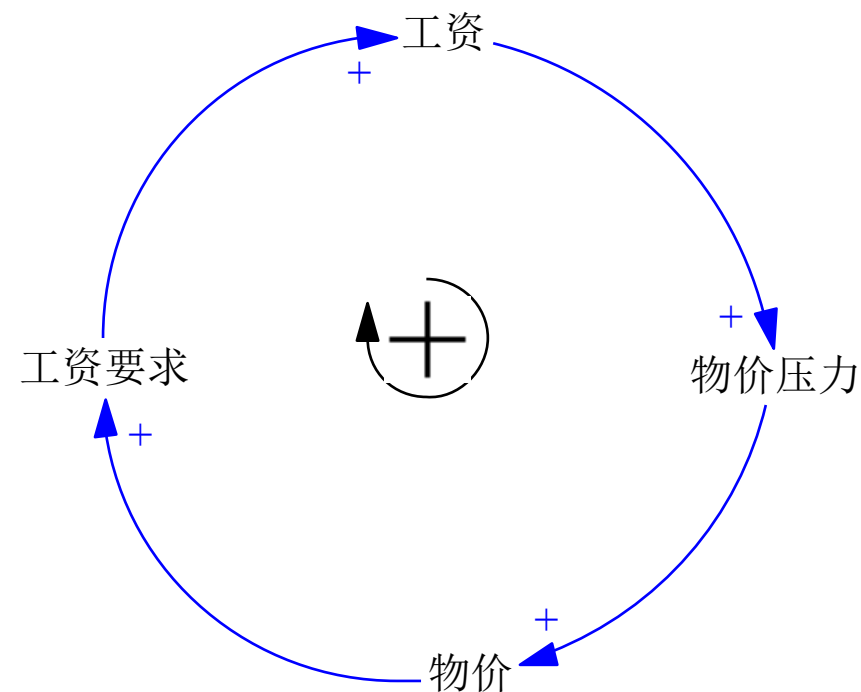


## 正反馈的特点

- › 正反馈闭合回路中，某一部分的变化引起全体在同一个方向上无休止的变化过程
- › 基本正反馈结构没有平衡，两种模式
  - 良性循环
  - 恶性循环
- › 时间常数调节了变化快慢

## “雪崩效应”

- › “滚雪球”、“雪崩效应”是正反馈过程的形象比喻，反应一个发展过程愈演愈烈的增长或者衰减
- › 正反馈可以形成良性循环和恶性循环两种循环



## 棋盘上的大米（练习）

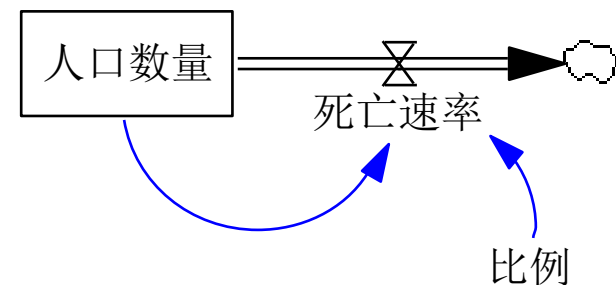
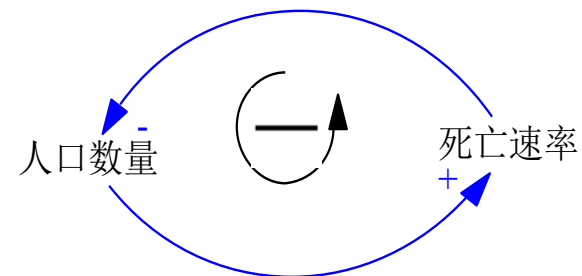
古波斯有一个故事，一个大臣献给国王一副精美的国际棋盘，国王要他自己提赏赐，大臣提出的要求是：在棋盘第一个格子上放1粒粮食，第二个格子上放2粒，第三个上放4粒，如此类推下去，每一个格子上放的粮食数目是上一格两倍。已知国际棋盘共64个格子，请用仿真工具计算粮食数目累计多少，如何增长。



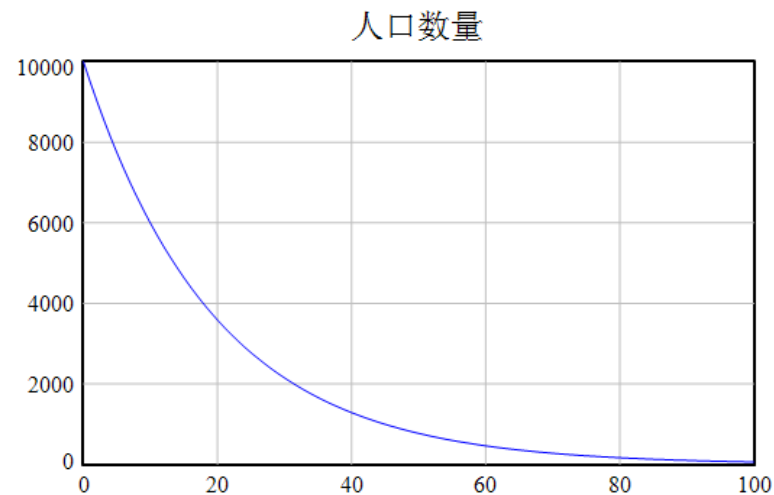
# 负反馈结构

## 负反馈结构

- 隔离法（开环分析）：传导回来的反馈被弱化
- 反馈回路呈现趋向平衡点的变化
- 指数的变化路径



对比正反馈的变化趋势



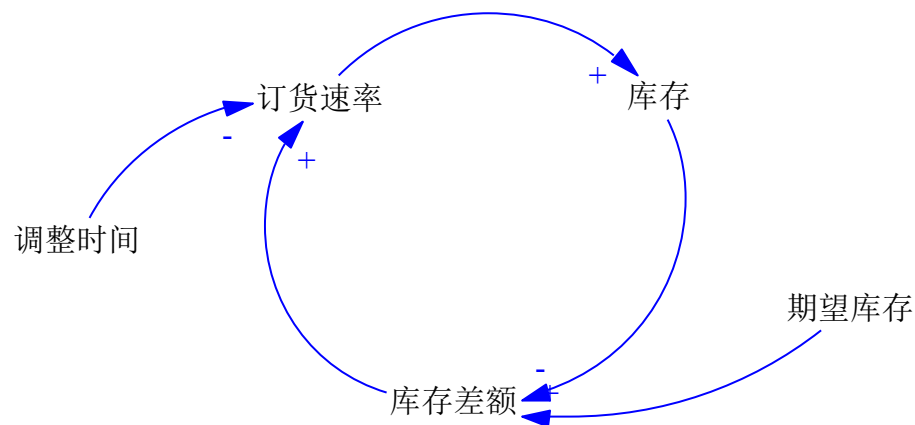
## 库存调整

- › 已知一库存系统，当前库存量为2000件，期望库存量为8000件，每周向供应商订货一次，计划用五周时间调整到期望库存

## 库存调整

右图给出了某库存管理系统的因果分析图，尝试从图中读出系统运作的原理，作出系统流图。

某仓库设有一个期望库存，当库存存量与期望存量有差距时就启动进货程序，但每次进货都依据将计划分成n天的任务量。

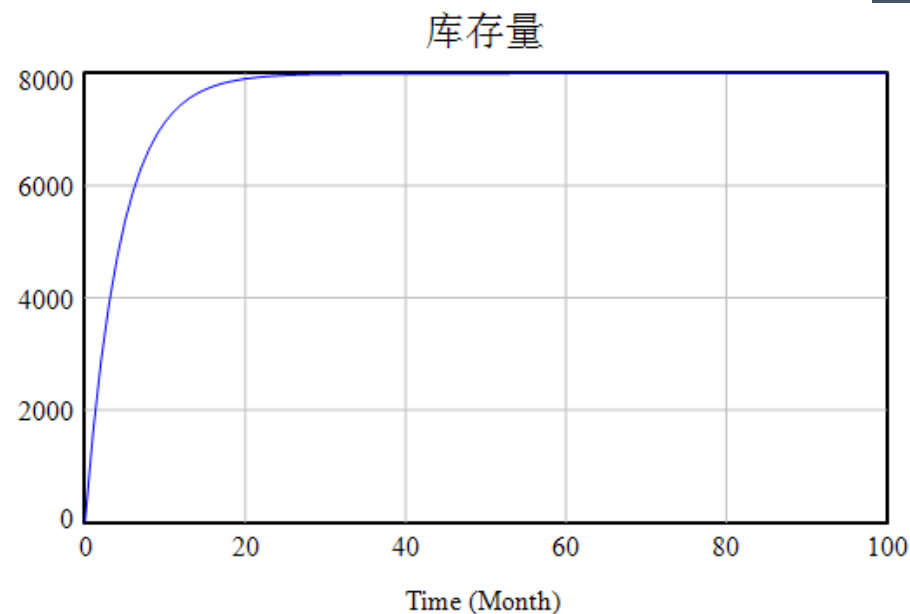
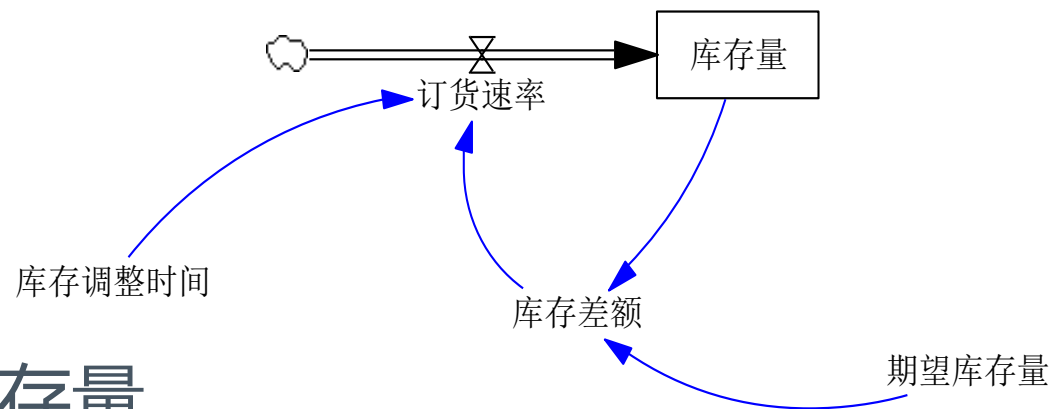


## 案例（负反馈）

右上是系统模型的流图，原库存存量设为0，调整时间设为3，期望库存设为8000。

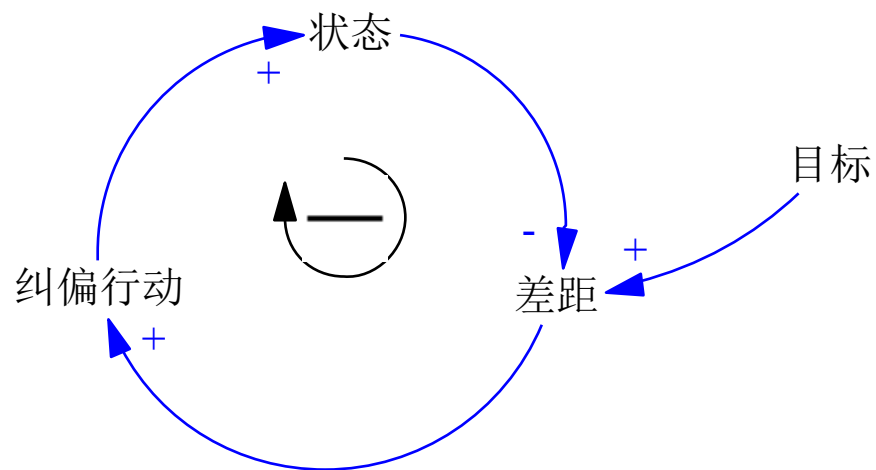
观察存量变化规律

改变库存调整时间的大小，观察



## 负反馈的一般结构

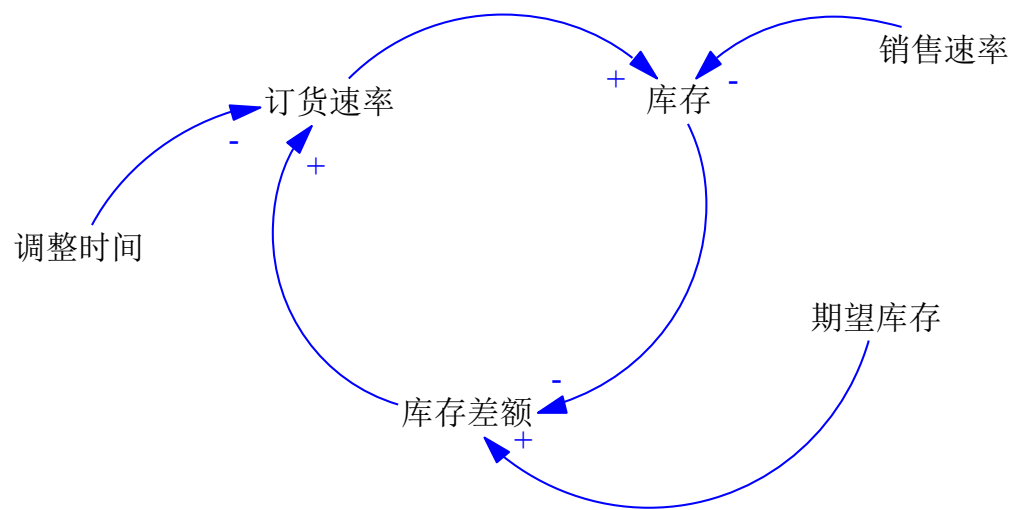
- › 负反馈结构是平衡型系统，基本结构包括以下四块
  - 存量
  - 目标
  - 偏差
  - 矫正速率



## 加入销售的库存调整

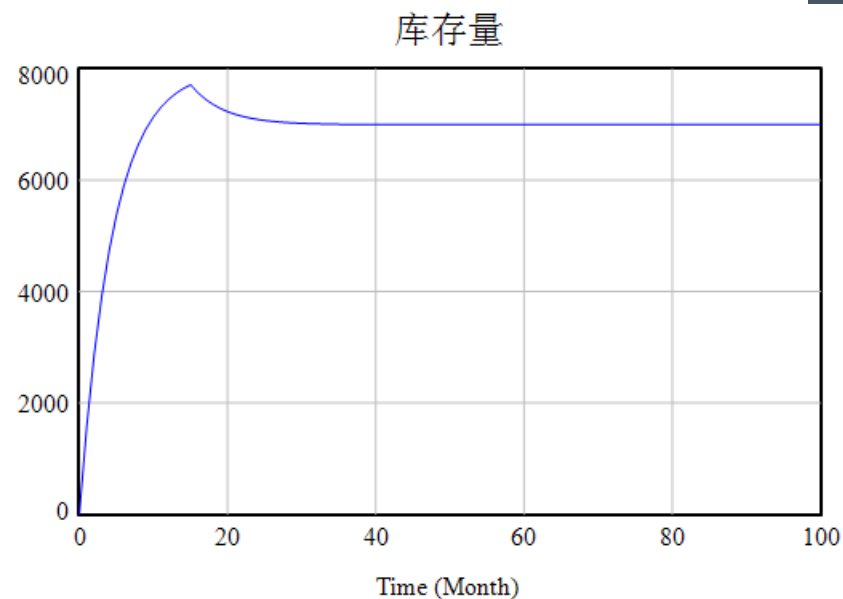
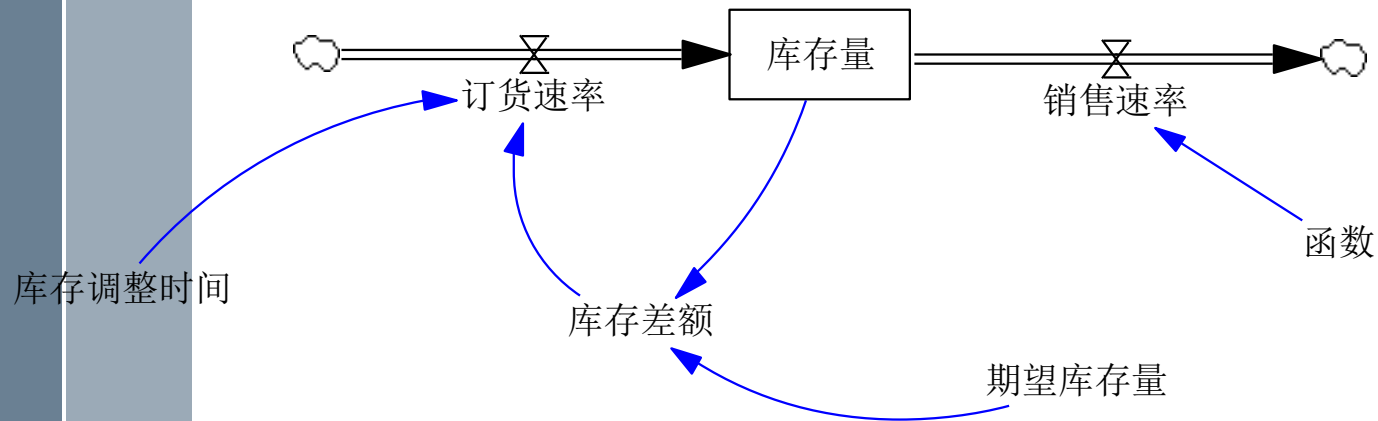
- › 基本反馈回路作为系统结构的一部分出现
- › 存量表现出更为复杂的结果形式

库存调整：在库存调整系统当中加入销售部分，销售部分的速率用测试函数STEP ( 200,15 ) 来做参数



# 理解负反馈的增长方式

- › 补偿特性：负反馈系统具有当状态变量受外界输入（输出）速率作用时，仍然力图使状态变量趋于目标值的特性



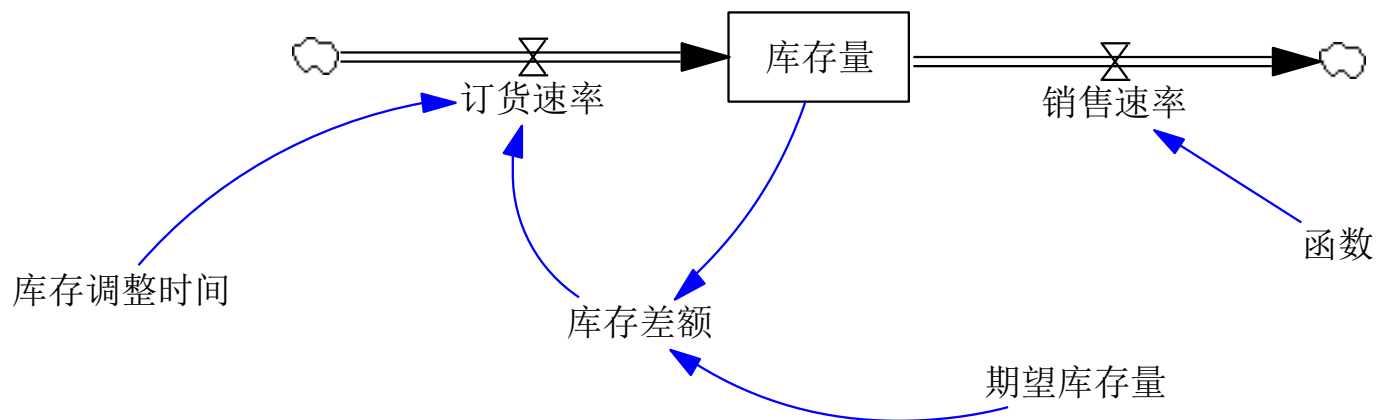
## “寻的” 行为的模式

- › 负反馈趋向于状态的平衡点发展
  - 模式1：当状态为正数，差距为正时
  - 模式2：当状态为正数，差距为负时
  - 模式3：当状态为正数，差距为零时
- › 系统增长的动力来自哪里？



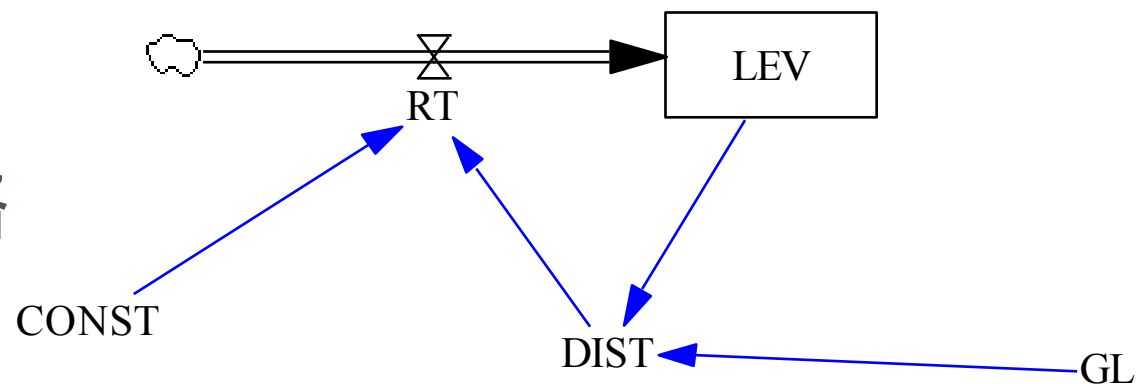
## 调节时间常数

- › 负反馈的时间常数调节系统对目标的反应快慢
- › 尝试调节右侧系统模型中的“库存调整时间”
- › 观察“库存量”的变化趋势



## 调节时间常数

- › 以右侧一般性的负反馈回路系统为例
- › 调整时间CONST代表了系统能在多久之内纠偏行为
- › 如果系统能迅速满足矫正，则调整时间较小；反之，较大



## 负反馈的特点

1. 基于状态值与目标值之间的差距发挥调节作用
2. 时间常数决定系统对状态变化的反应速度

$\pi$

## 练习：资产折旧

# 一阶系统总结

- › 一阶系统基本结构
  - 正反馈结构 -> 不断增强
  - 负反馈结构 -> 反复调节
- › 状态变量的表现形式
  - 指数特征
  - 趋向平衡点（负反馈）

## 练习

- › 若差距DIST变量中使用延迟函数，系统发生什么变化

