

物流系统建模与仿真

第九节 系统分析方法

构建系统的轮廓

- › 明确系统边界
- › 任务：哪部分应当划入模型，哪部分不应归入模型
- › 关键点：界定出闭合回路

将重要变量划入边界，边界是封闭的。



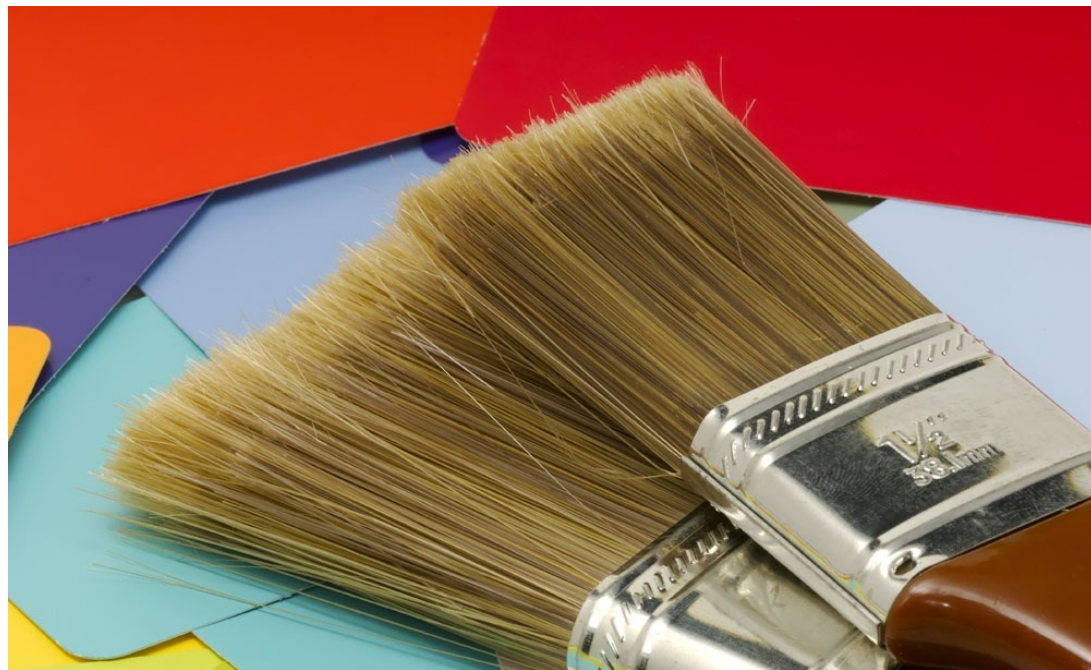
系统建模的分析工具

- › 系统框图
- › 因果关系图
- › 流图
- › 混合图
- › 速率-状态图

粗略分析

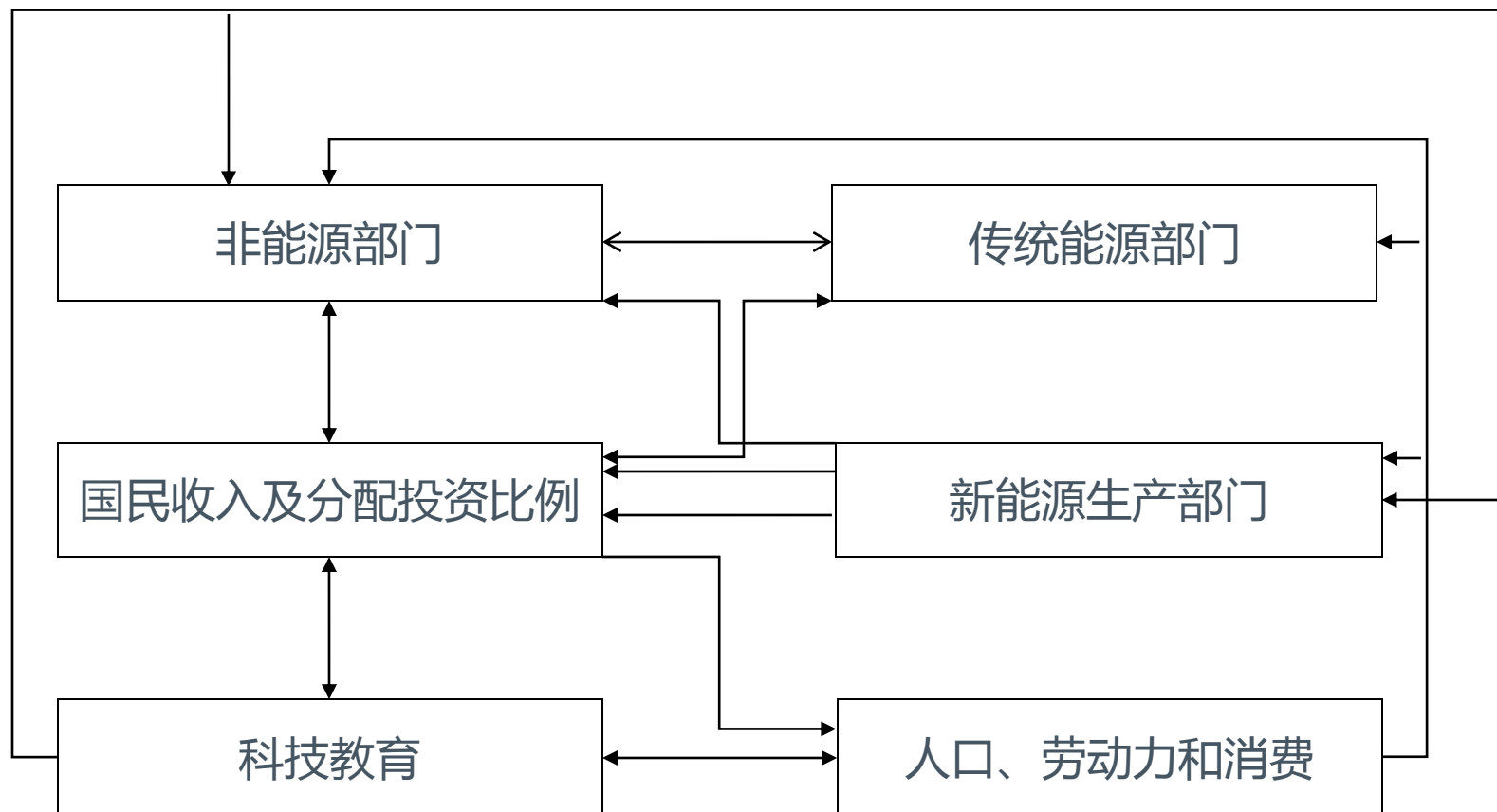


精细分析



一、系统框图

- › 框图是图形分析工具中最简便的一种，通常在处理较大系统时不可缺少
- › 作用：
 - 明确目的，锁定问题
 - 划定边界
 - 辨识内部变量与外部变量



二、因果关系图

- › 因果关系图（causal loop diagram, CLD）是表示系统反馈结构的重要工具。
 - 迅速表达系统动态形成的原因
 - 引出一个完整的心智模型
 - 清晰表达对关键关系的分析
- › CLD要严格遵守符号规范

因果分析方法

- › 因果链的规范
 - 标注极性
 - 标注方向
- › 变量由因果链联系，因果链含单向箭头
- › 单个因果链必须可解释
- › 常见的因果链问题：
 - 因果关系的含义不应包含相关的含义
 - 因果链的极性未必导致变量产生相应变化

单个因果链的分析



› 正因果链的含义：

变量1的增长是变量2向增长方向变化的原因，反之同理
或 变量1是变量2变化的原因，二者朝同一方向运动

› 本质上，正因果链是增强型因果关系，负因果链是平衡型因果关系

评估因果链极性

› 因果分析

（ ceteris paribus假设，即在其他情况相同条件下 ）：

在评估系统实际行为时，假设所有变量相互作用，但仅分析目标为动态，其他变量都是恒定

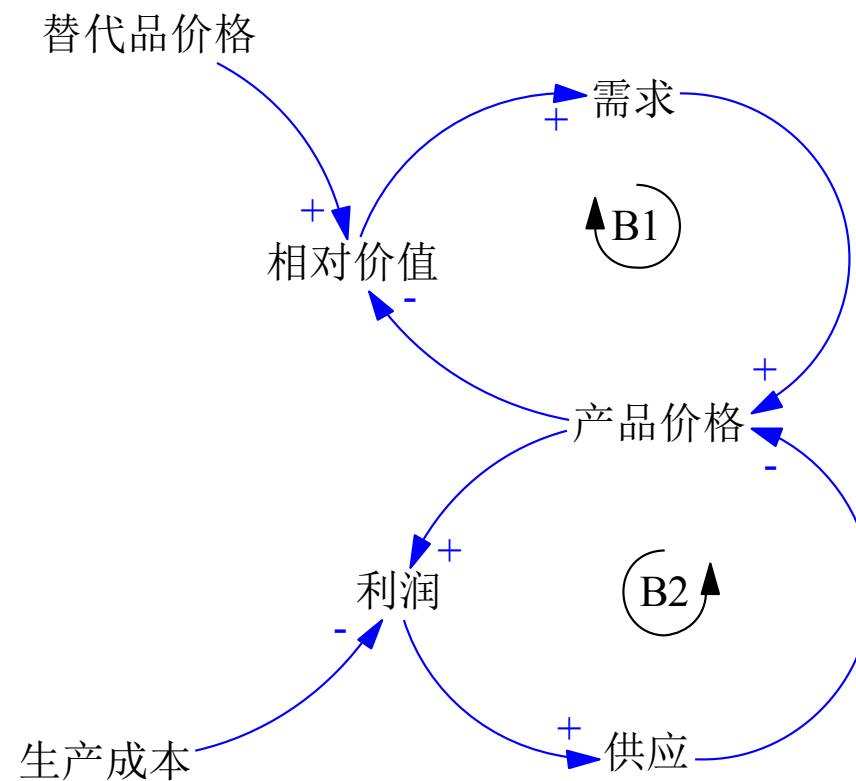
› 系统计算

（ 固定时间间隔假设 ）

计算系统运动的仿真值时，假设所有变量都在DT间隔中不变，不同DT时间上顺序变化。

反馈回路的规范

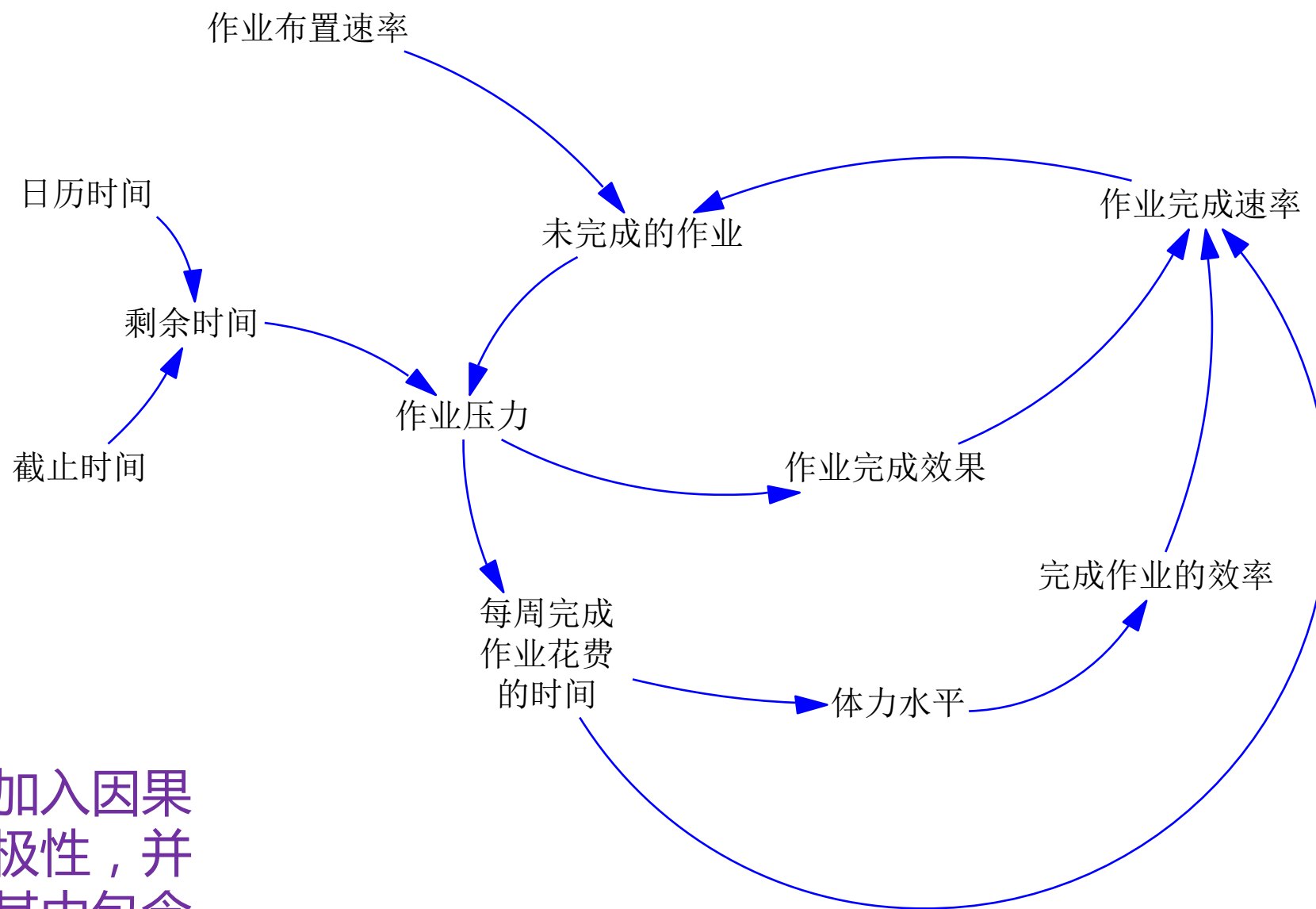
- › 标注反馈回路的极性
- › 为回路命名
- › 解释回路



从访谈调研中分析因果关系

- › 每种特定商品的市场价格受实际供应能力和愿意支付商品自然价格者的需求见的比例所决定，当商品供给数量小于有效需求时，不是所有愿意购买者都能得到他们所需的商品。供给有时会超过有效需求，有时会低于有效需求。
- › 需求对应了该商品同其替代品而言的相对价值，较高的相对价值增加需求，而抬高价格最终导致相对价值的降低。

学生进入一系列课程的学习，作业布置速率是外部变量（即一旦开始学习便是确定的）。课程有时可能被放弃，但暂不考虑。未完成的作业随作业的布置而增加，并随作业的完成而减少。作业完成速率是每周完成作业花费的时间（每周小时数）乘以完成作业的效率（每小时完成的工作）再乘以作业完成效果。如果作业压力很大，学生可能偷工减料，阅读时略过一部分、逃课或者对作业中问题给出不完全的答案，即作业效果下降。



尝试加入因果链的极性，并找出其中包含几个回路

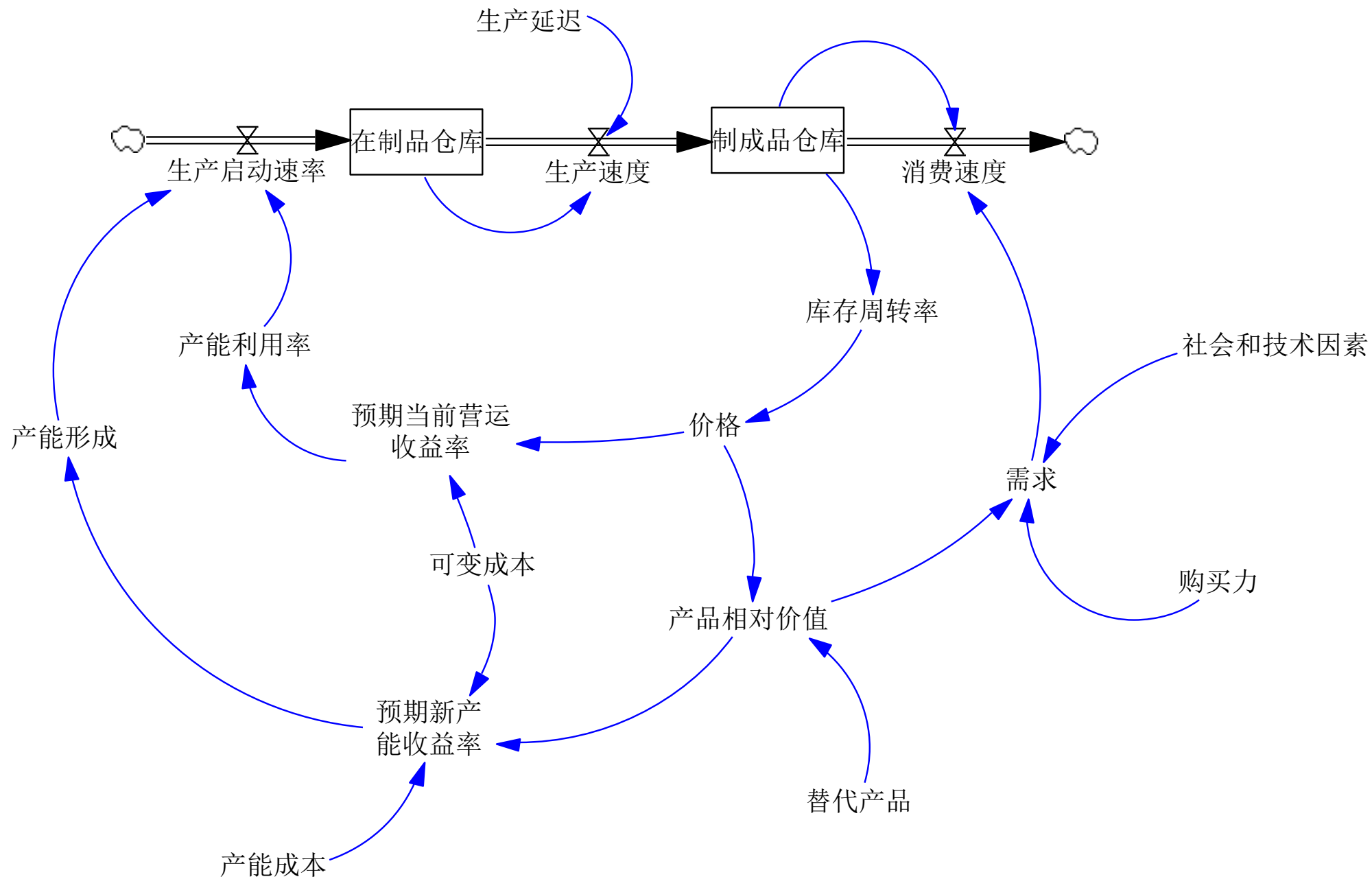
学生必须管理好功课和各种活动之间的安排，在个人生活中取得平衡。每学期学生将必须参加一定量的课程、完成阅读量以及按时交作业。如果你认为你的分数低于预期，你可能想要更加努力的学习；而当你睡眠不足或体力下降时，则花更多时间停下来休息。那么，你可能面临两种基本策略：（1）蚂蚁策略-今天事今天毕 （2）蚂蚱策略- 可以明天做的事绝不今天做

三、混合图

- › 由因果关系图直接进入流图绘制有时并不是一件容易的事情
- › 混合图 由因果关系图和流图混合的图形分析方法
 - 主要特点：
 1. 抓住关键的存量和流量
 2. 其他变量不区分类型
 3. 合理转化定性与定量分析

辨识回路中的流量与存量

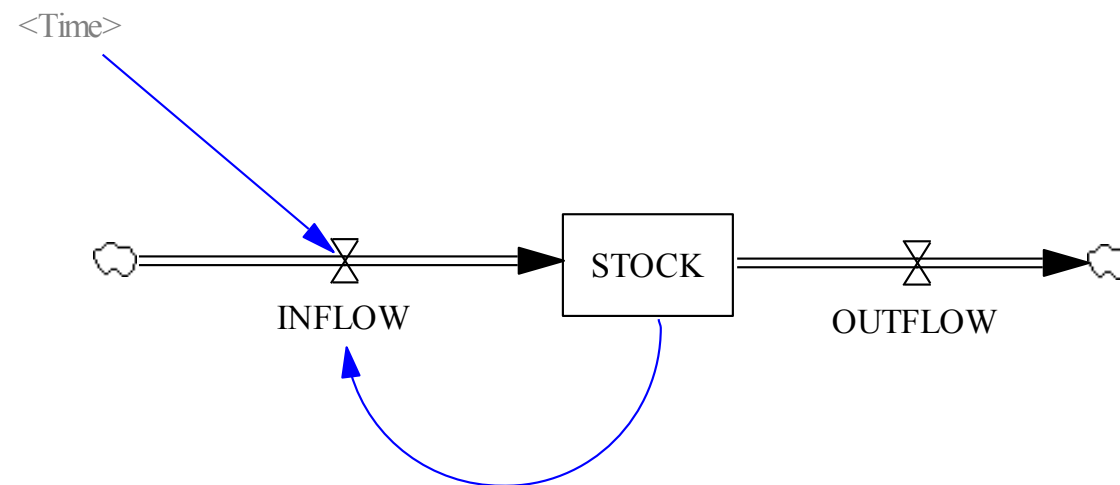
领域	存量	流量
数学、物流、工程	积分、状态、存量	导数、变化率、流量
化学	反应物 产物	反应速率
制造业	缓冲， 库存	通量
经济学	水平	速率
会计	库存、资产负债表	流量、现金流
医学	患病人数、感染者数量	发病速率、感染率

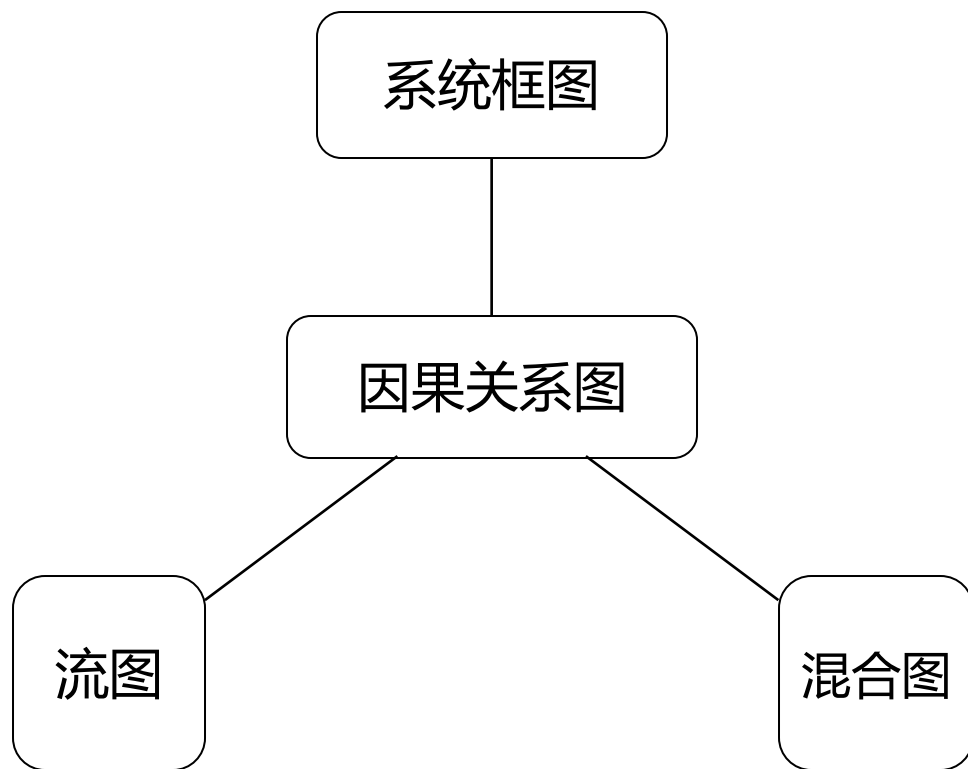


四、存量流量图（系统流图）

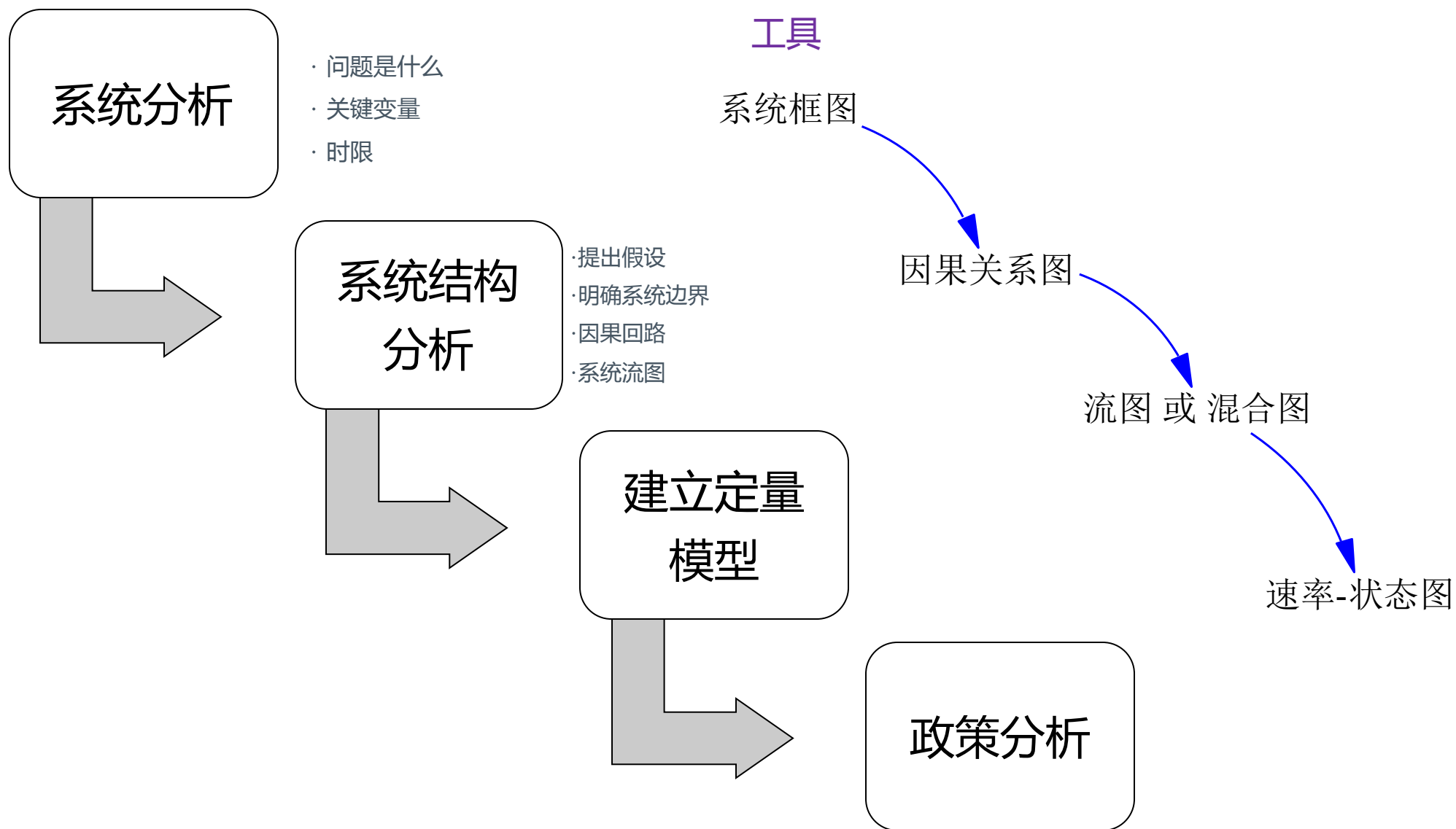
› 流图（流量存量图）被系统动力学软件所执行，配合组件公式后可以进行运算

- 状态
- 速率
- 辅助变量
- 表函数
- 常数
- 外生变量
- 物质链/信息链
- 源/漏





系统仿真建模的主要步骤



系统建模的目的

研究复杂系统的问题；



加深对系统内部反馈结构与其动态行为关系的认识；



进行改善系统行为的研究；



将研究得来的能改善系统行为的策略付诸实践！



对于社经系统而言，其主要工作称之为政策研究或策略研究；

系统建模是一个反复的过程

