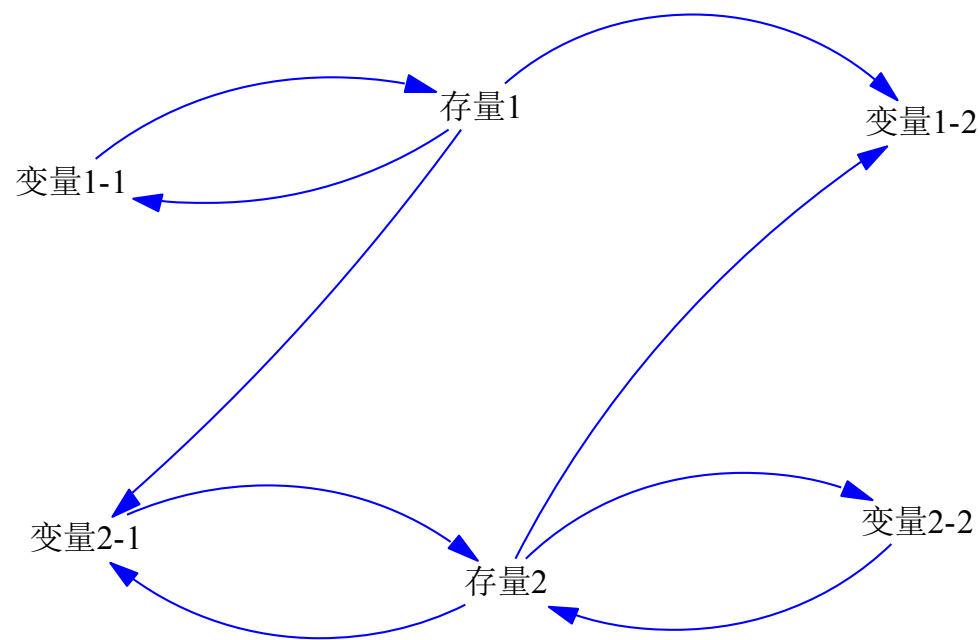


物流系统建模与仿真

第十四节 二阶并联系统

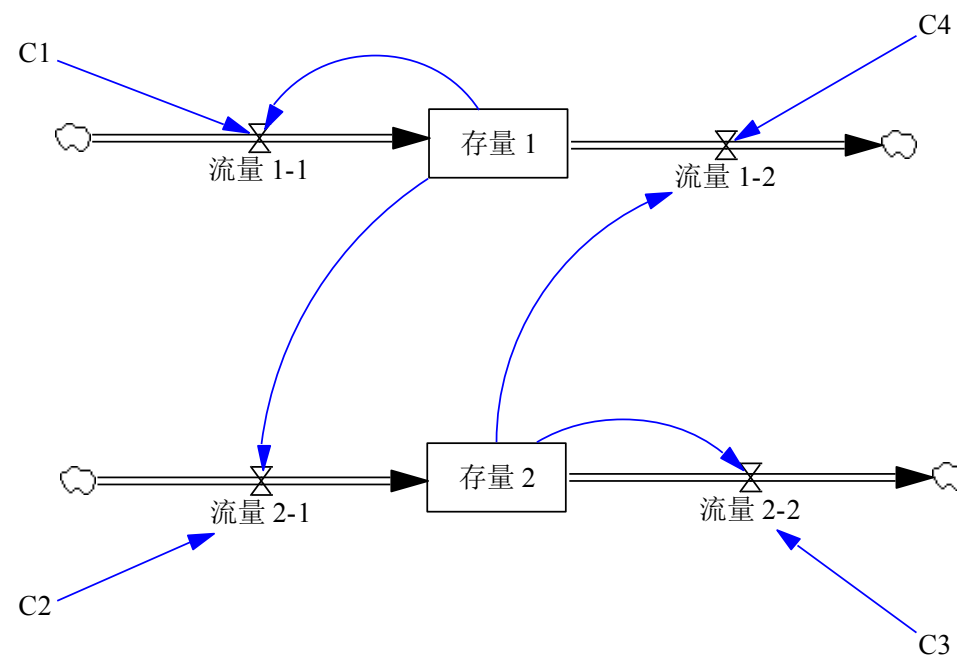
二阶并联系统

- › 并联系统的状态变量通过某种中间变量互相影响对方的流量
- › 二阶并联系统的典型因果关系如右侧所示
- › 并联的状态变量可以处理的仿真问题主要有
 - 不同部门间的协作
 - 同行间的竞争
- › 存量之间没有绝对的依赖或等待关系



系统流图

- › 二阶并联系统转化为系统流图时需要注意
 - 系统的基本结构依然需要一阶反馈回路支撑
 - 其中一个存量往往是决定另一个存量该变量的关键变量

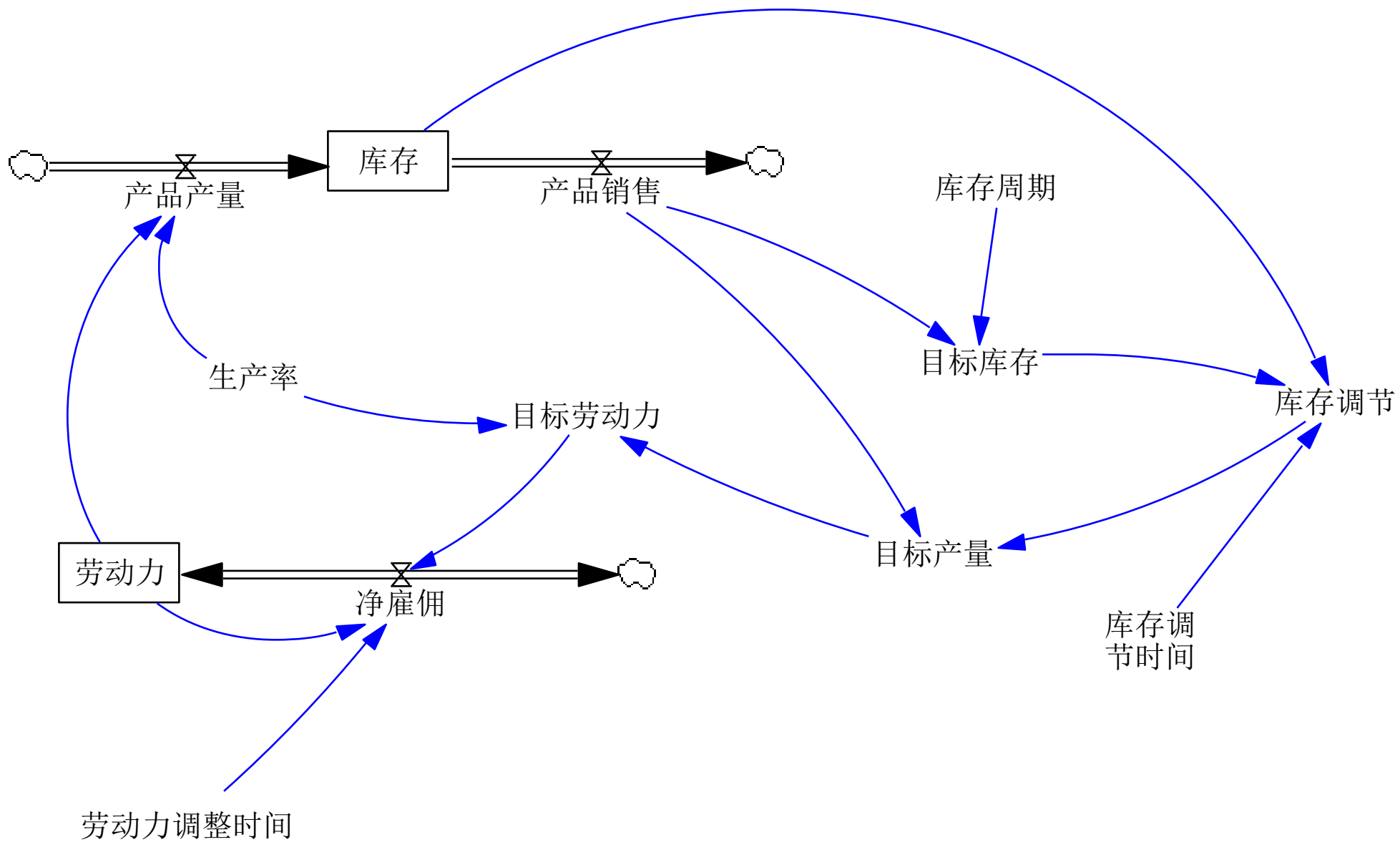


案例1：制造厂商的人力和生产协调问题

- › J. Forrester早年刚刚加入斯隆商学院时参加过一次通用电气公司肯塔基一家家电厂的调研工作，工厂经理抱怨库存和劳动力水平发生了很大波动，并将此归因于市场的不稳定。福里斯特经过调查建立了第一个系统动力学模型，完美解决了该工厂制度问题。这个案例迅速使得System dynamics理论受到高度关注，并诞生了系统动力学理论体系。
- › “劳动-生产”模型深刻揭示了企业内部管理流程和内部供应系统是如何在适应市场的过程中发生波动而无法被制止。

情景描述

- › 系统边界：由企业内部门组成，包括生产部门和人力资源部门
- › 分析方法：
 - 做出因果分析，确定业务流程中的运行逻辑
 - 确定存量和阶数，并确定存量-流量结构
 - 确定存量之间的结构
 - 做出中间决策部门的控制变量



主要变量的设置参考

库存=INTEG(产品产量-产品销售, 300)

劳动力=INTEG(劳动力, 100)

产品产量=劳动力*生产率

产品销售=100

目标劳动力=目标产量/生产率

目标产量=库存调节+产品销售

目标库存=产品销量*库存周期

库存调节=(目标库存-库存)/库存调节时间

库存周期=2

库存调节时间=0.9

劳动力调节时间=3

测试系统

1. 假设市场需求稳定，产品销售为一常数（设为100），测试系统行为特征。
2. 假设市场需求发生突然变化，产品销售变为 $100 + \text{STEP}(50, 20)$ ，测试企业的运营系统如何适应市场变化。
3. 改变具有管理意义的三个参数
 1. 劳动力调整时间
 2. 库存周期
 3. 库存调节时间

系统能否出现如下三种行为模式： 减幅振荡

等幅振荡

增幅振荡

系统特性

尝试总结对该企业运营系统的结论

- › 问题1：该“生产-劳动”系统能够产生几种行为模式
- › 问题2：该企业的运用对市场销售的变化产生什么变化

案例3：恶性竞争

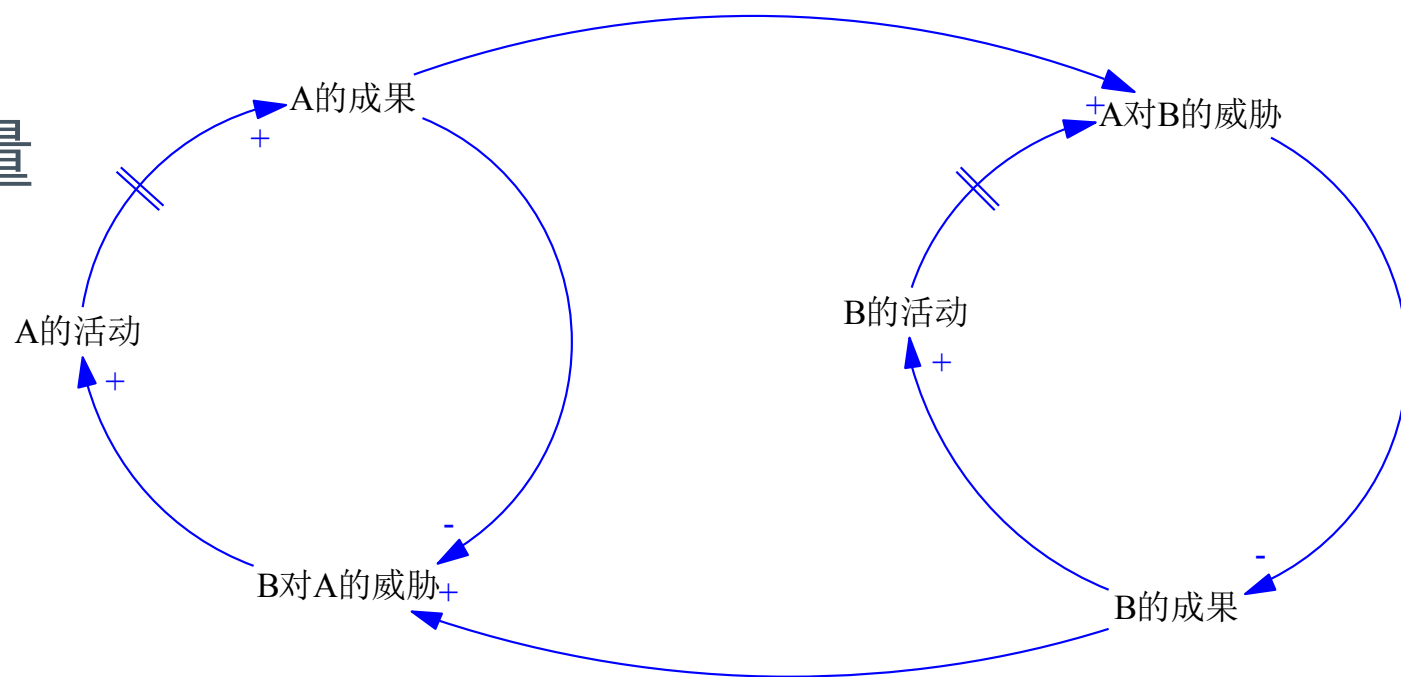
› 竞争问题是二阶并联系统能够处理的典型问题之一

供应市场中处于相同环节的企业往往竞争较为激烈。设市场中A和B两企业将对方视为竞争对手，A要求本企业在产品上的成就高于B企业才能消除威胁，否则A将采取行动，例如迅速投入资金进行开发，快速提高A企业在产品上的成就。与之一对应，B企业作为与A企业等量齐观的竞争者也要求自己在产品上对A企业处于优势状态，否则将感受到威胁。

请做出两家企业竞争的仿真系统，并分析长期结果是什么？
探讨产生恶性竞争的根源在哪里？

恶性竞争的因果关系图

- › 右侧给出了AB两企业恶性竞争的因果关系图，分析该图中阐述的逻辑关系
- › 确定存量、存量-流量结构、存量间关系



$A's\ achievement = INTEG(a's\ action, 10)$

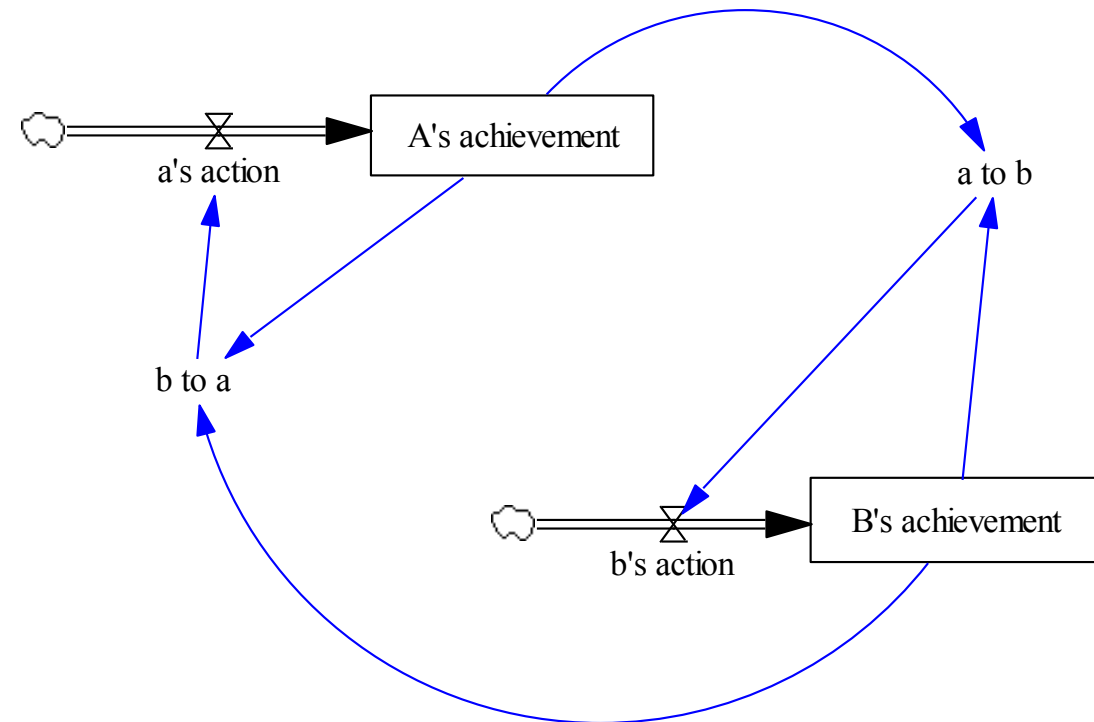
$B's\ achievement = INTEG(b's\ action, 10)$

$b\ to\ a = 2 * B's\ achievement - A's\ achievement$

$a\ to\ b = 2 * A's\ achievement - B's\ achievement$

$a's\ action = b\ to\ a$

$b's\ action = a\ to\ b$



探讨

› 问题分析：

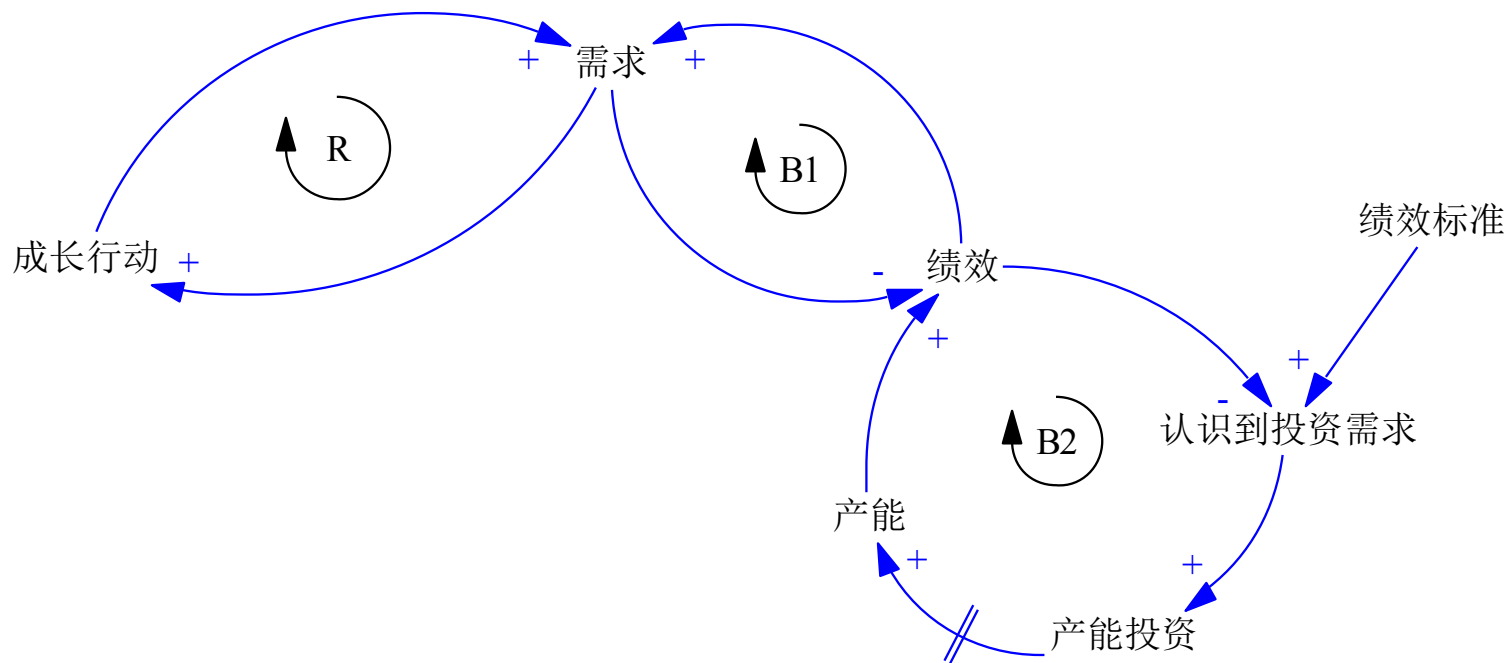
- 双方均认为自己的利益建立在胜过对手的基础之上
- 要是对方慢下来，我们才能停下来去做别的事

› 恶性竞争的系统结构中为何会两败俱伤，如何避免

- 决策中没有考虑对手的行为，无法找到稳定的双赢模式
- 竞争的一方消失，或改变决策思路
- 将对方目标纳入自己决策考虑范围

案例4：投资与成长

- 美国magic计算机公司曾经一度是市场的宠儿，但火爆的市场持续没多久就出现生产供应不上，销售开始下降。公司将问题定在销售不利，连续换了几任销售经理也没有挽救局面。



模型的流图与方程

模型主要方程的设置参考

capacity=INTEG(investment and capacity,80)

demand= INTEG(net rate of change, 1)

growing action=0.01*demand

growth and underinvestment= performance standard-
performance

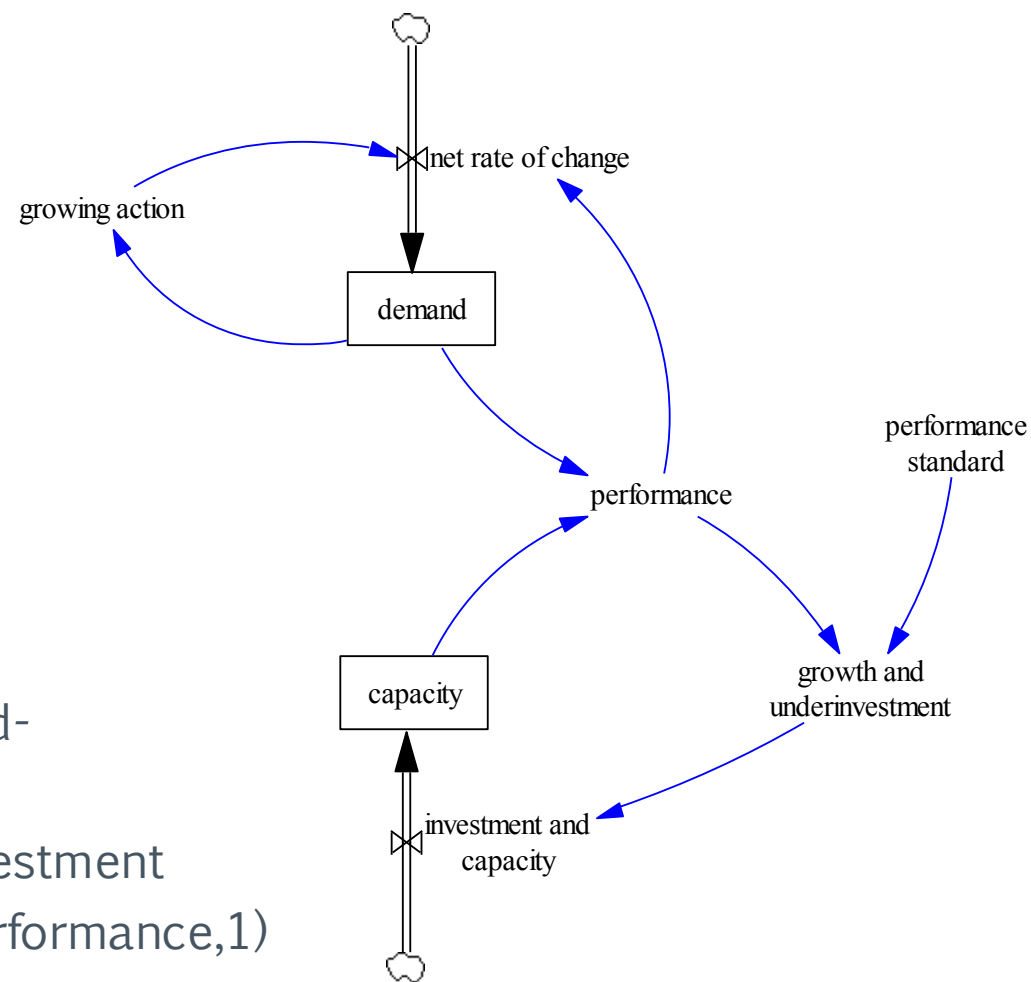
investment and capacity=0.01*growth and underinvestment

net rate of change=0.75*growing action*DELAY3(performance,1)

performance= capacity-demand

performance standard=100

TIME=0 FINAL TIME=13 STEP=0.0625



探讨

- › 投资必须积极，且要在成长降低之前投入，否则无法达到期望的目标。
- › 过去一直是最好的，未来能够依然最好，必须有足够的储备资源

练习：市场中看不见的手

› 尝试将市场调节做成二阶系统模型，因果分析图如右侧所示：

- 确定谁是存量
- 确定存量-流量的结构
- 存量之间如何连接
- 设置参数

