

# 物流系统建模与仿真

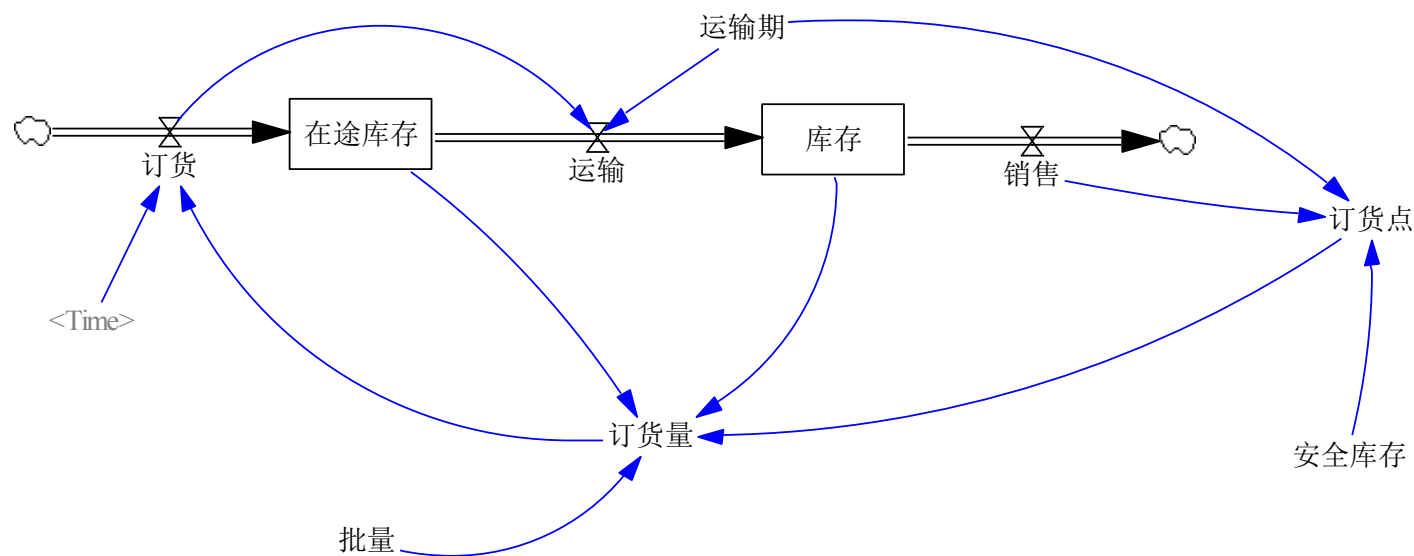
## 第十九节 老化链

## 流量-存量结构的演变

在一个业务流程的仿真模型中，**流量-存量**结构构成了模型的最重要部分。

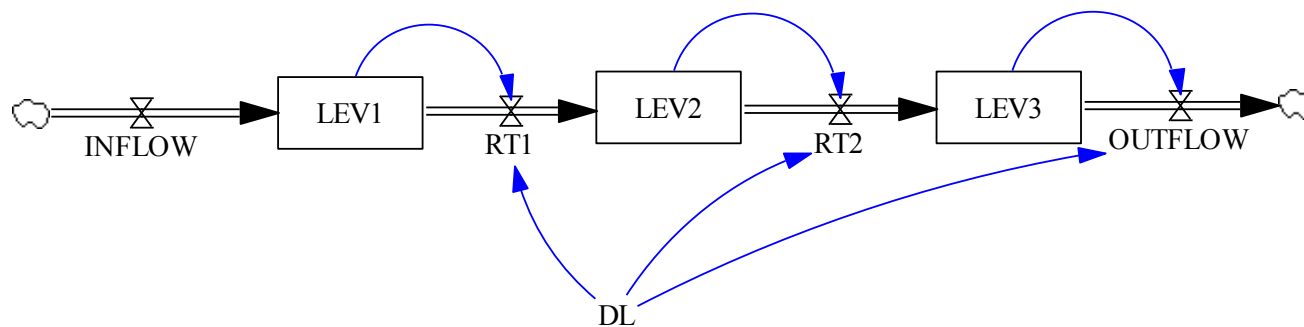
“流量-存量”结构中数据保持守恒特性：

二阶串联系统中，如右图，由“订货”导入的数量和“销售”导出的数量最终都会相等，只是时间上或许存在滞后。



## 流量-存量结构的演变

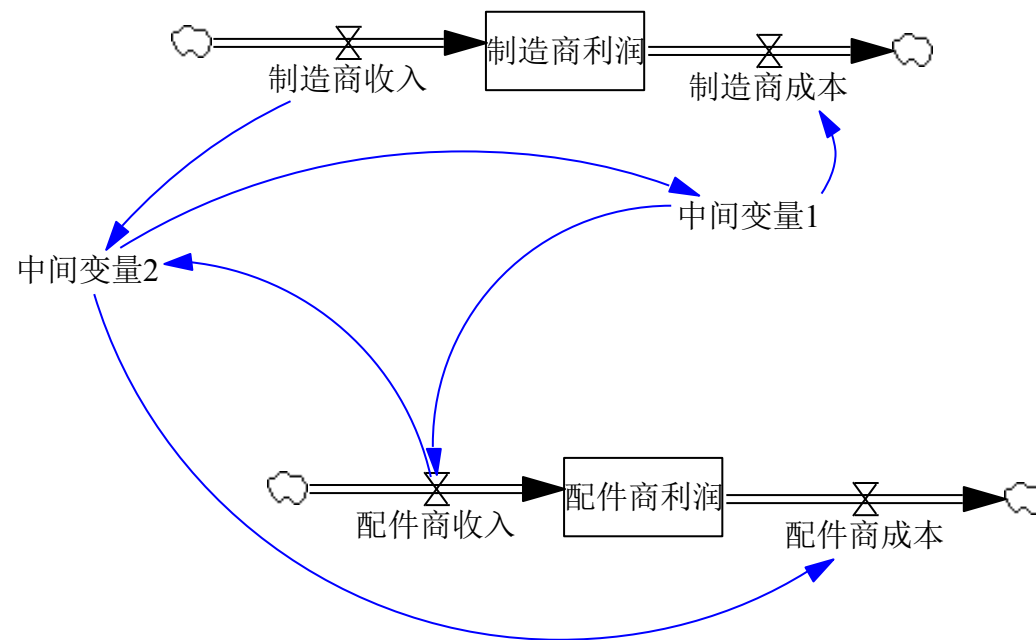
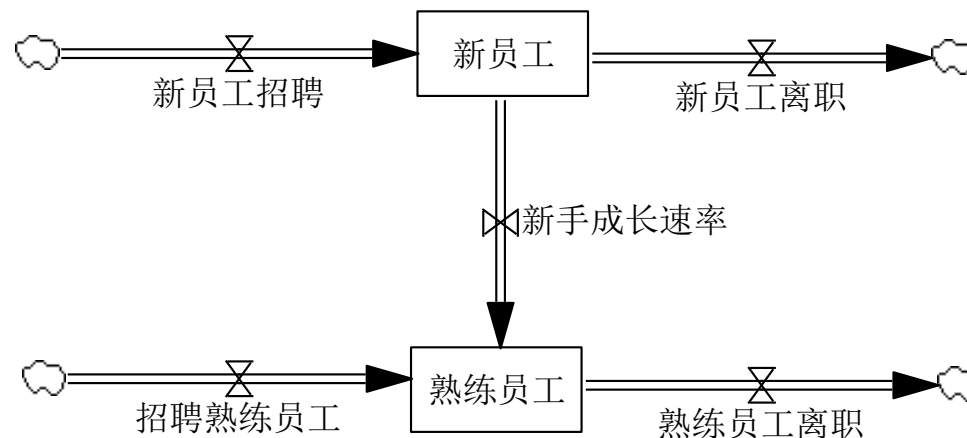
- › 流量-存量结构中数量不会凭空产生或消失，必须有源和漏产生或导出数据
- › 存量可以对应多个流量，存量依然保持业务数据上的一致性。



# 流量-存量结构的演变

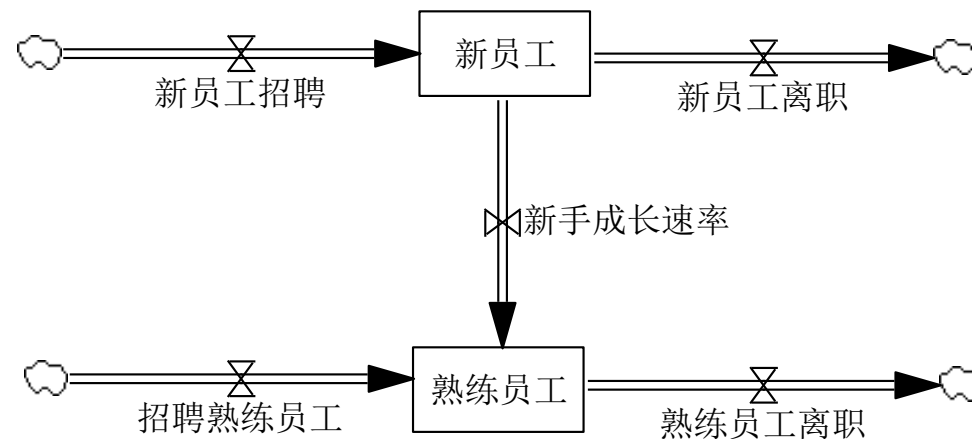
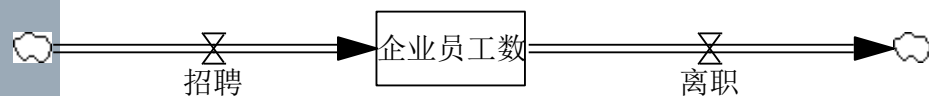
› 对比右侧两个二阶系统

1. 两个存量之间数据的流动是否保持守恒？
2. 由流量连接起来的存量系统，和由信息链连接起来的有什么不一样？



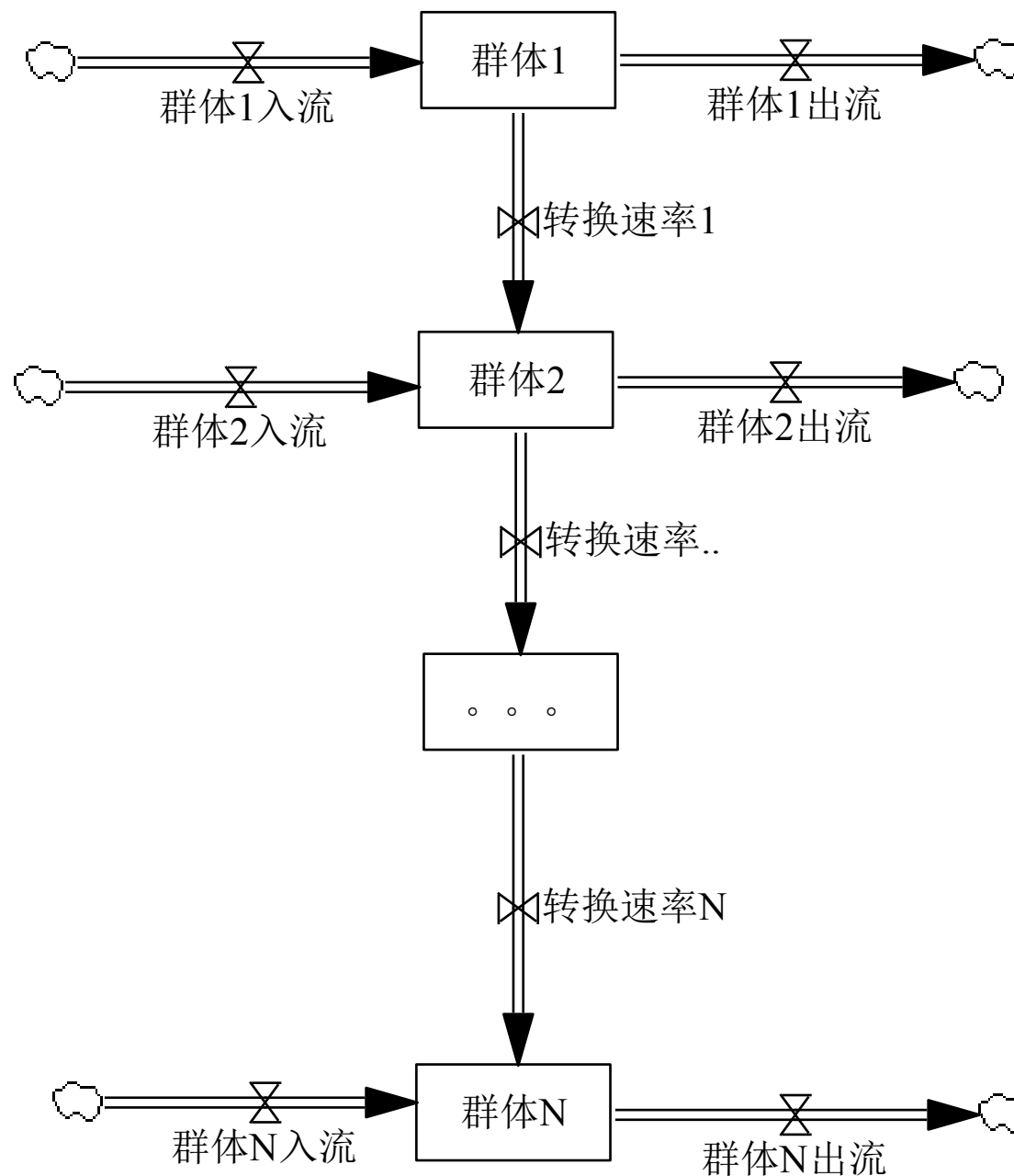
## 流量-存量结构的演变

- 下方两个系统模型是对同一家公司员工数量的仿真建模，分析它们之间的关系



# 老化链

- › 又称“发展链”、“晋升链”。
- › 描述了由多个存量组成的发展阶段、群体类别的动态变化。
- › 课本P148描述



## 成长问题

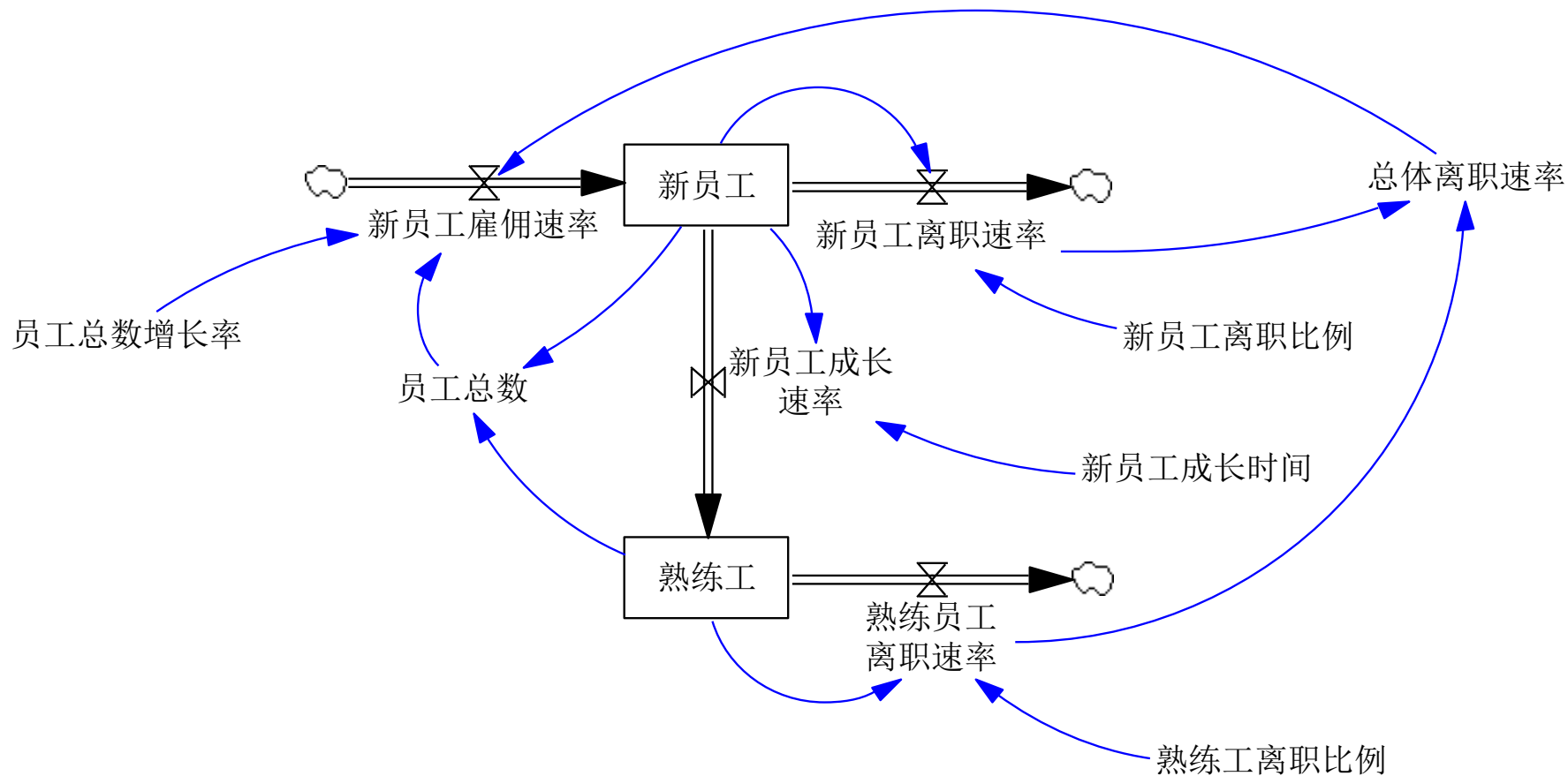
- 企业员工总数可以分为新员工和熟练员工两大类，一般新员工刚刚进入行业，对业务熟悉程度不高（生产率仅相当于熟练员工的25%），需要一段时间的实践和培养之后才能逐步晋升为熟练员工，而许多行业很难通过直接雇佣获得熟练员工，仅能通过招聘新员工并培养之后获得。
- 新员工招聘数量是根据企业员工总数新员工的平均成长时间为100周，老员工平均供职时间为10年左右，转化为每周离职率约为0.002/周，而新手离职率较高，假设为0.02

## 成长问题

- › 把模型中的延迟都视作一阶，那么
  - 新手离职速率 = 新手人数  $\times$  新手离职比例
  - 熟练工离职速率 = 熟练工人数  $\times$  熟练工离职比例
  - 新手成长速率 = 新手人数 / 新手成长时间
- › 公司需要补充足够的员工满足生产需求，考虑两个方面：离职的数量、总员工需要增长的数量
  - 新手雇佣速率 = 总离职率 + 工人总数增长率  $\times$  工人总数
  - 总离职率 = 新手离职率 + 熟练工离职率

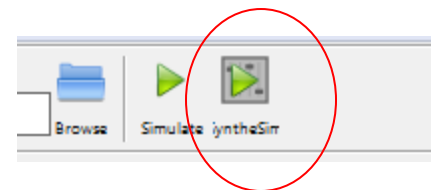


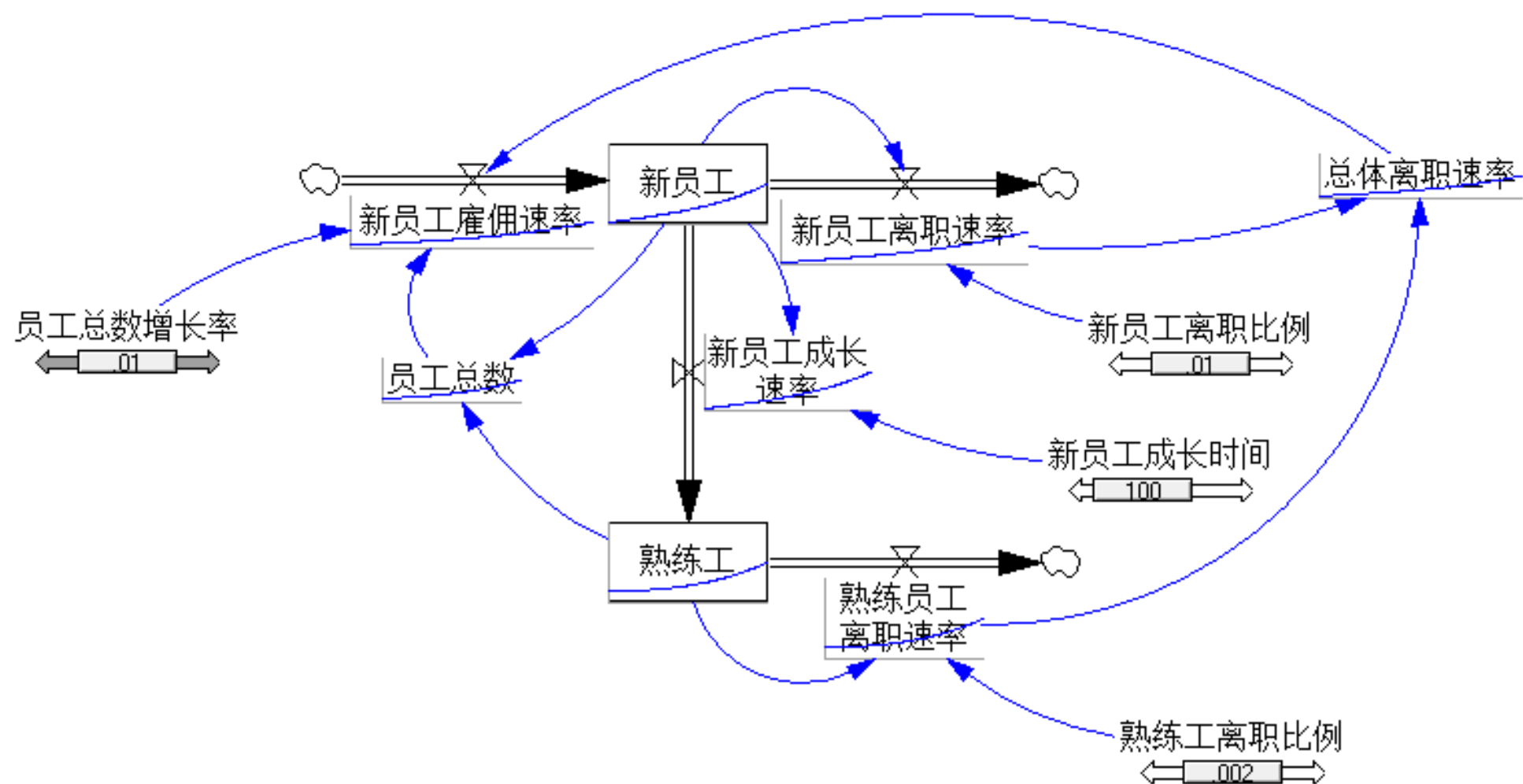
# 成长问题



## 参数分析方法

- › 参数是我们分析模型时候的重要着手点
- › 通过调节参数，观察模型流量存量如何发生变化，甚至合适发生质变
- › 便于从动态性角度把握模型性质

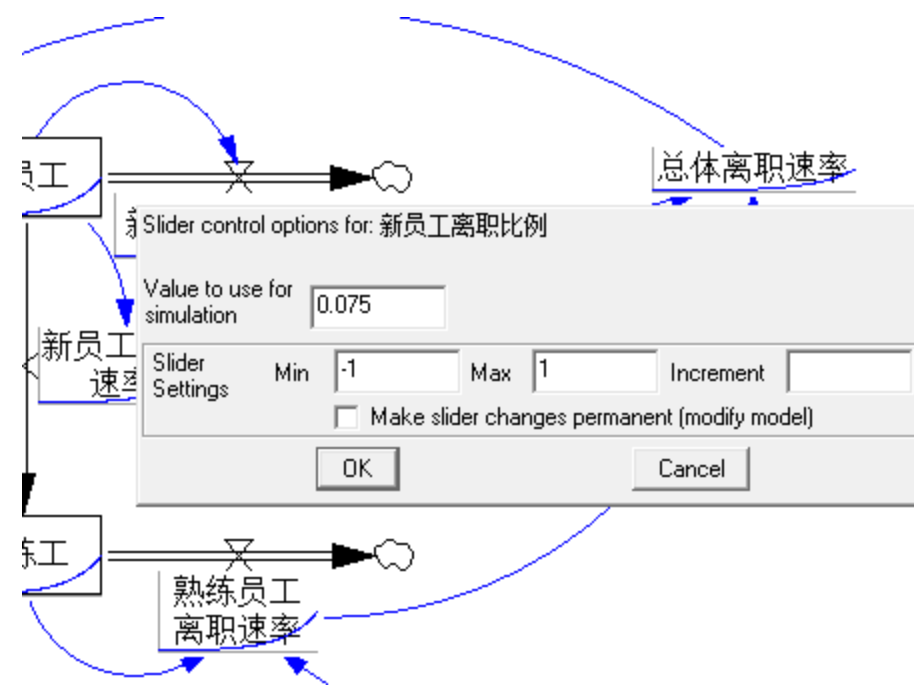
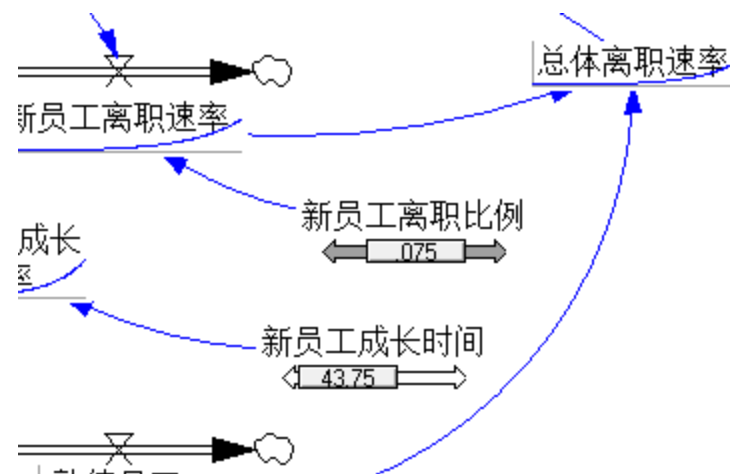




# 参数分析方法

参数分析方法：

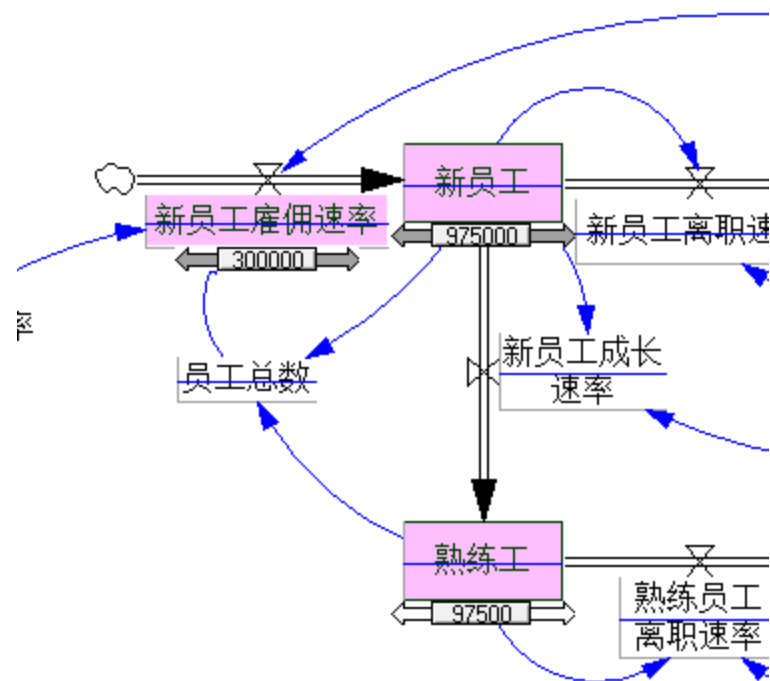
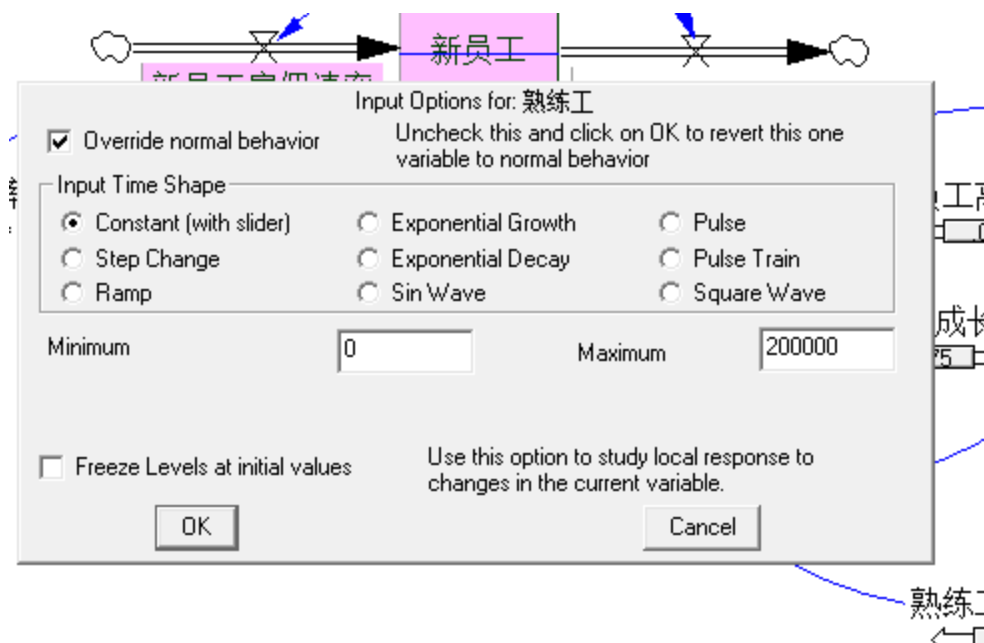
- 直接拖动参数下方的滑块
- 点击滑块边上的左右箭头，调查手动输入界面



# 参数分析方法

## › 其他变量调节

右键点击存量方块，打开存量变量的调节滑块，同时也可以手动输入相关参数  
其他变量类同

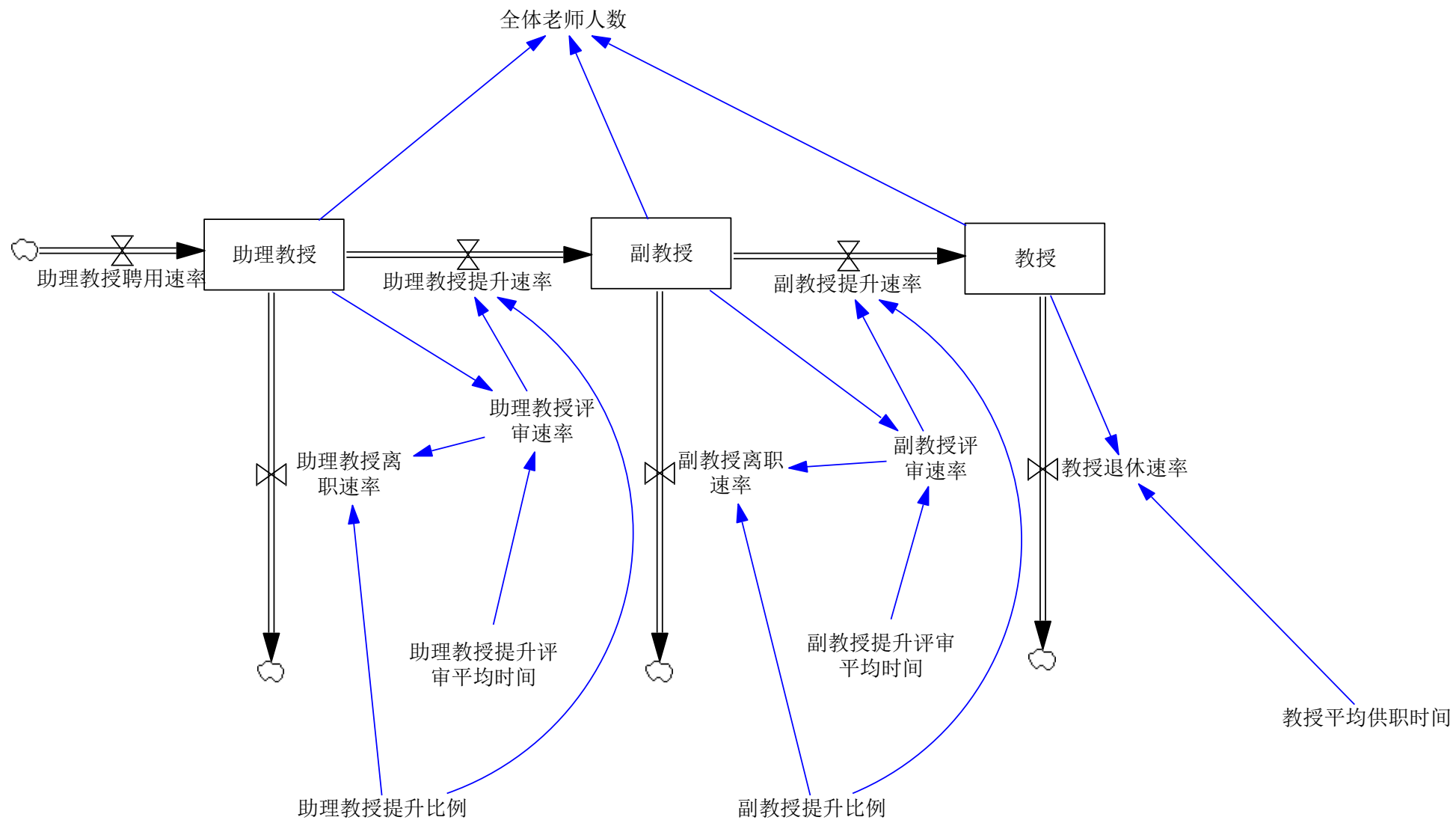


## 练习

- › 尝试分析晋升链模型中两个存量对哪些参数的变化较为敏感？
- › 总数是如何影响类别群体数量？

# 三阶晋升链

$\pi$



# 部分参数设置

助理教授=INTEG(助理教授聘用速率-助理教授提升速率-助理教授离职速率,200)

副教授=INTEG(助理教授提升速率-副教授提升速率-副教授离职速率,150)

教授=INTEG(副教授提升速率-教授退休速率,50)

助理教授聘用速率=10

助理教授提升速率=助理教授评审速率\*助理教授提升比例

助理教授离职速率=助理教授评审速率\*(1-助理教授提升比例)

助理教授评审速率=助理教授/助理教授提升评审平均时间

助理教授提升评审平均时间=3

助理教授提升比例=0.5

副教授提升速率=副教授评审速率\*副教授提升比例

副教授离职速率=副教授评审速率\*(1-副教授提升比例)

副教授评审速率=副教授/副教授提升评审平均时间

副教授提升评审平均时间=5

副教授提升比例=0.5

教授退休速率=教授/教授平均供职时间

教授平均供职时间=35

TIME STEP=1

FINAL TIME =100

INITIAL TIME =0