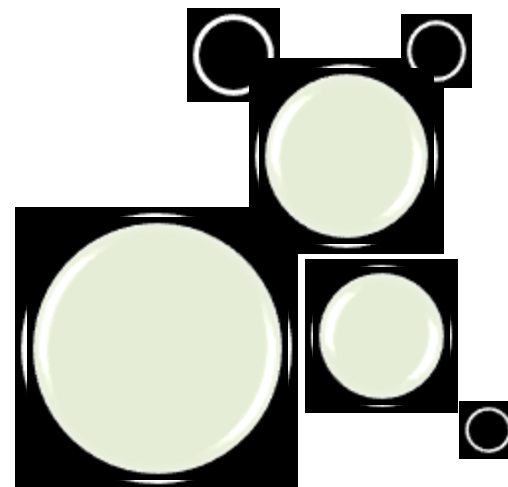


物流系统建模与仿真

第七节 因果关系

什么是系统

- › 什么是系统
 - 系统是相互作用的元素连接在一起，具有某种功能的集合体
- › 系统包含物质、信息和运动（人及其活动）三部分
- › 系统元素是普遍联系的
- › 系统元素之间因果关系是客观存在的



什么是模型

- › 模型

对真实客观事物的结构、运动、发展的模仿，便于人们思考的替代物

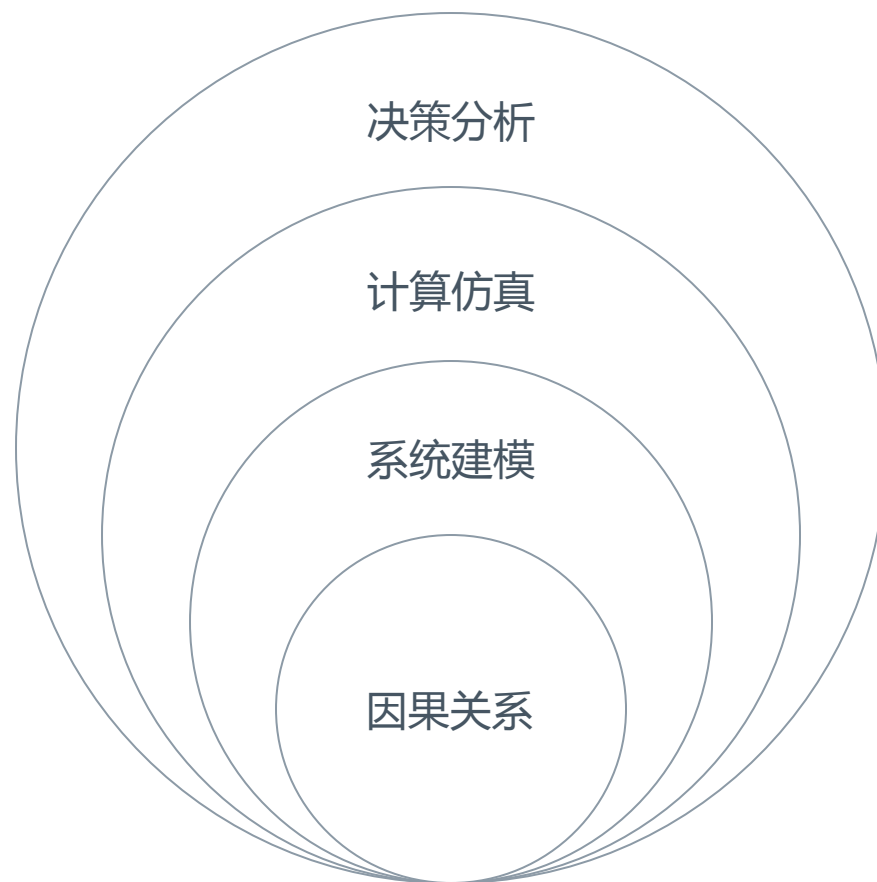
- › 模型一般用来帮助人们清晰表达事物特征，起到对现实问题某一剖面的代表作用，简化描述。

- › 物理模型：实物的仿真

- › 数学模型：思维上的脑力模型仿真

系统的因果分析

› 系统中的因果关系普遍存在，任何元素的运动变化皆有因果



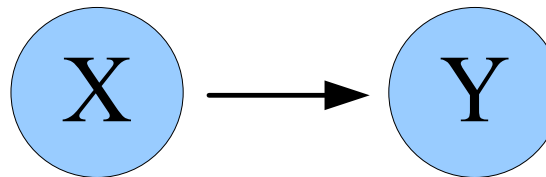
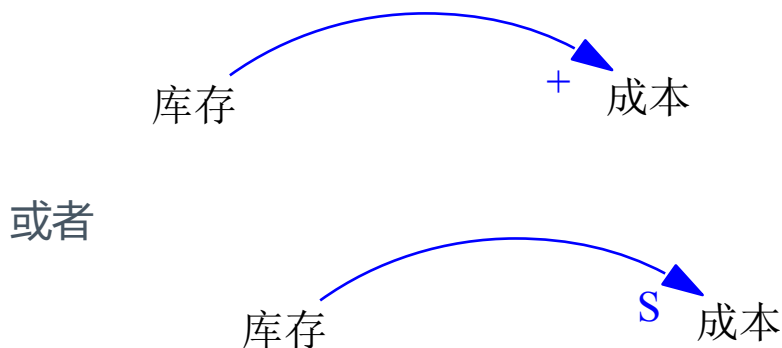
因果关系

- › 系统中两元素之间基本关系：因果关系（causal relation）
- › 系统分析的入手点和着重点，仿真建模的基础

表示方法

用矢线表示系统两要素X、Y间的关联，即causal link，一般称为因果关系键或因果关系链；

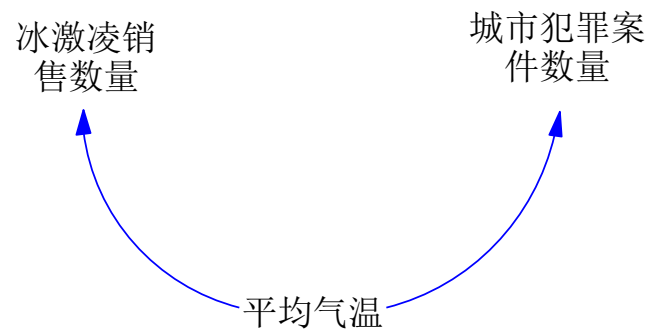
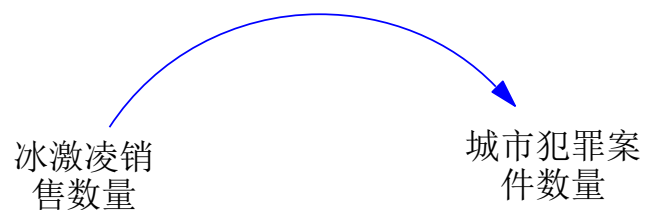
因果关系图形格式



X、Y具有因果关系；
X变化引起Y变化；
X为原因，Y为结果。

因果与相关

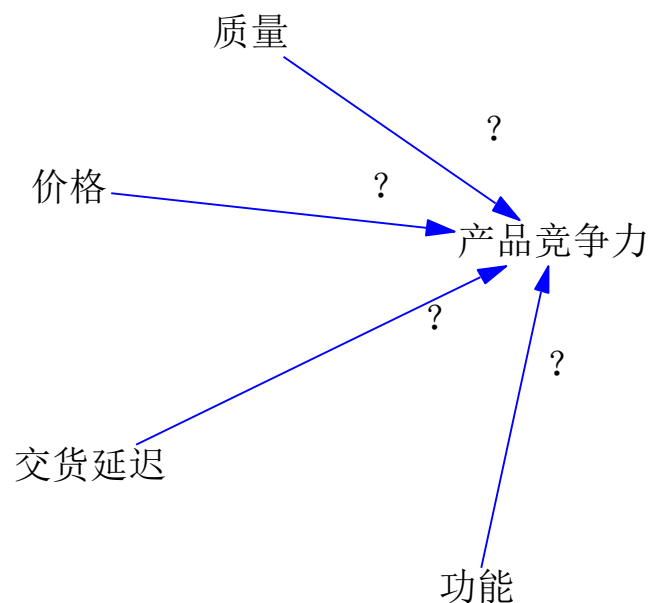
相关关系不等于因果关系



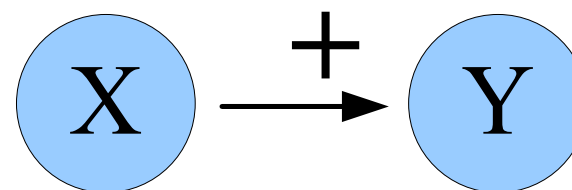
系统模型要模仿真是世界的关系，变量间的因果必须是内在的。
变量行为的相似并不一定就是因果关系

因果链的极性

- › 因果关系链接起了系统中的各元素，称两个元素之间的单个因果关系为因果链
- › 正向因果链
 - 作用：增强事物发展趋势
- › 负向因果链
 - 作用：阻碍或弱化事物发展趋势



正向：X变化引起Y同向变化：X增加，Y增加；X减少，Y减少；



因果链的极性

出生率 $\xrightarrow{+}$ 人口数量

产品价格 $\xrightarrow{-}$ 销售量

生产率 $\xrightarrow{+}$ 库存

死亡速率 $\xrightarrow{-}$ 人口数量

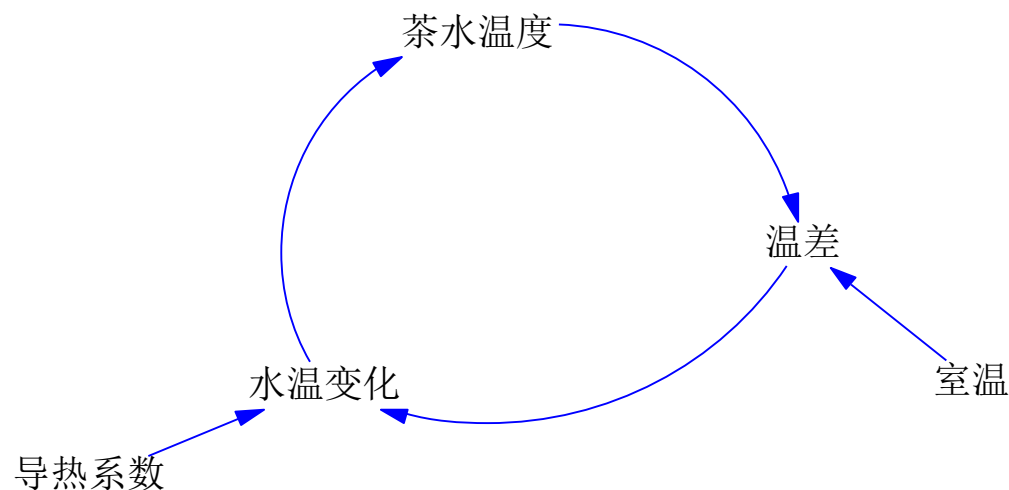
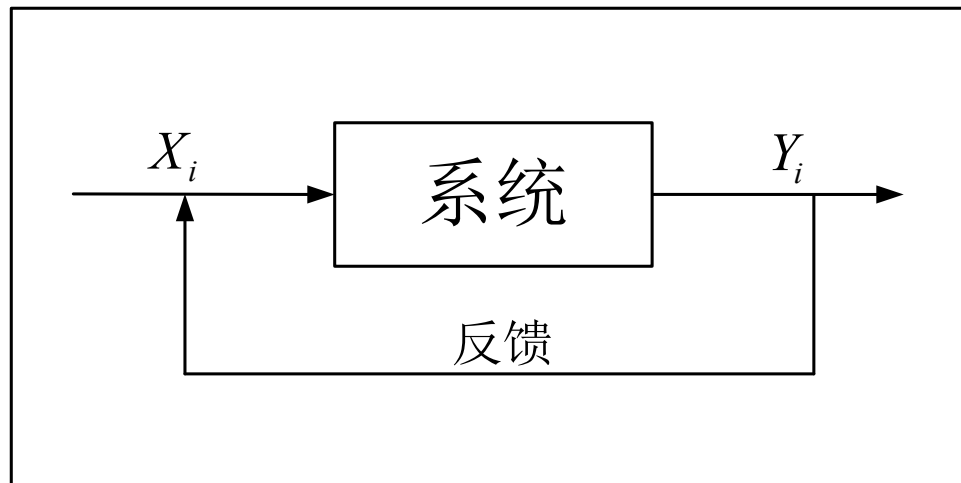
企业声誉 $\xrightarrow{+}$ 销量

产品质量 $\xrightarrow{-}$ 顾客投诉

移民数量 $\xrightarrow{+}$ 劳动力 $\xrightarrow{-}$ 就业机会

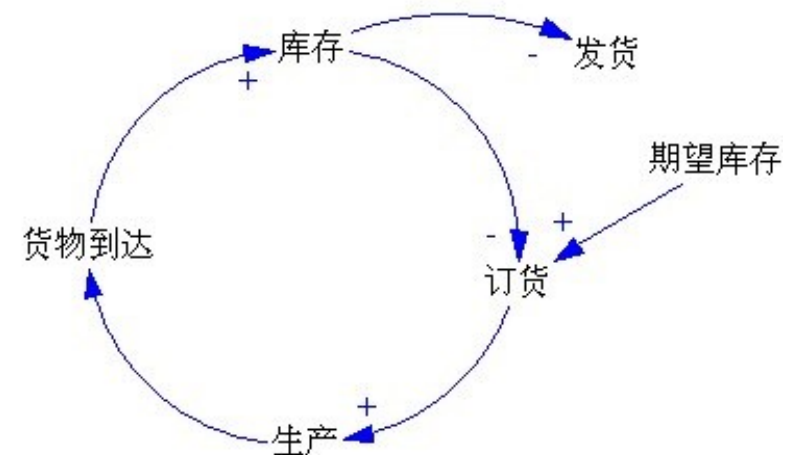
反馈与回路

- › 因果链组成的回路对应了系统构建中的一个重要结构——反馈
- › 反馈回路就是一系列的因果与相互作用链组成的闭合回路 或者是由信息与动作构成的闭合路径



反馈系统

- › 开环系统
- › 闭环系统
- › 反馈系统：由相互联结与作用的一组回路组成，即反馈系统就是闭环系统。

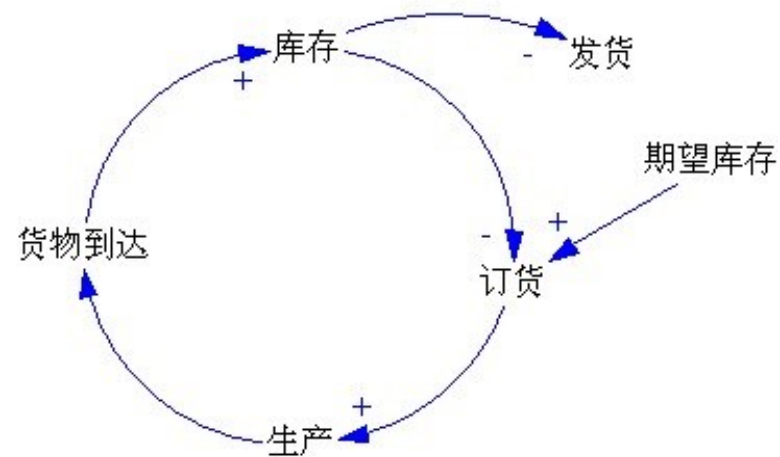
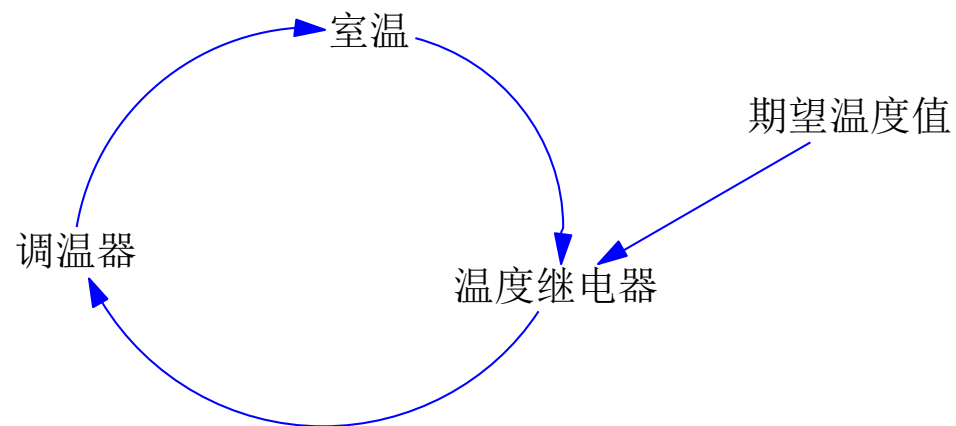


库存订货控制系统

单回路系统称为简单系统；
三个回路以上成为复杂系统

反馈在系统中的作用

- › 系统对外界做出反应
- › 自我调节



库存订货控制系统

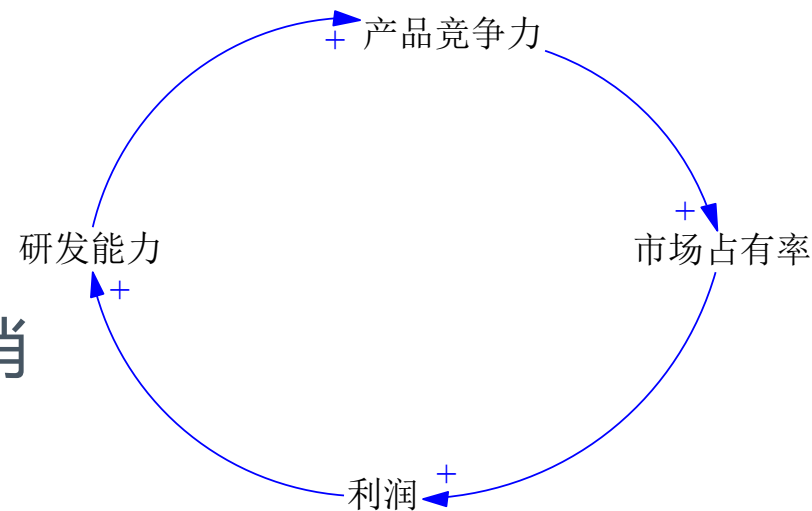
反馈回路的极性

- › 谁在反馈回路中起主导作用
- › 正反馈回路
 - 偏离强化效应 越来越加速
- › 负反馈回路
 - 抵消效应 趋于平衡或反复振荡

反馈回路的极性：正反馈

› 右图系统中

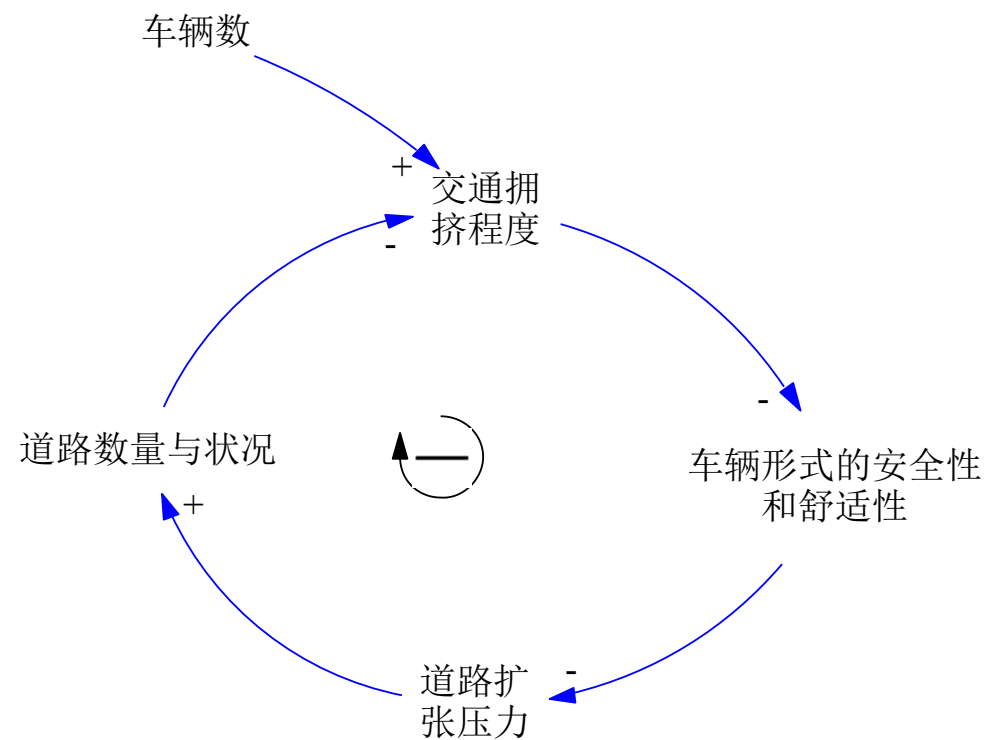
- 任意变量产生的变化是被强化还是被抵消
- 反馈回路的极性是正还是负



反馈回路的极性：负反馈

› 右图系统中

- 变动是被抵消 还是被加强
- 回路极性应该是负还是正



反馈回路判断方法

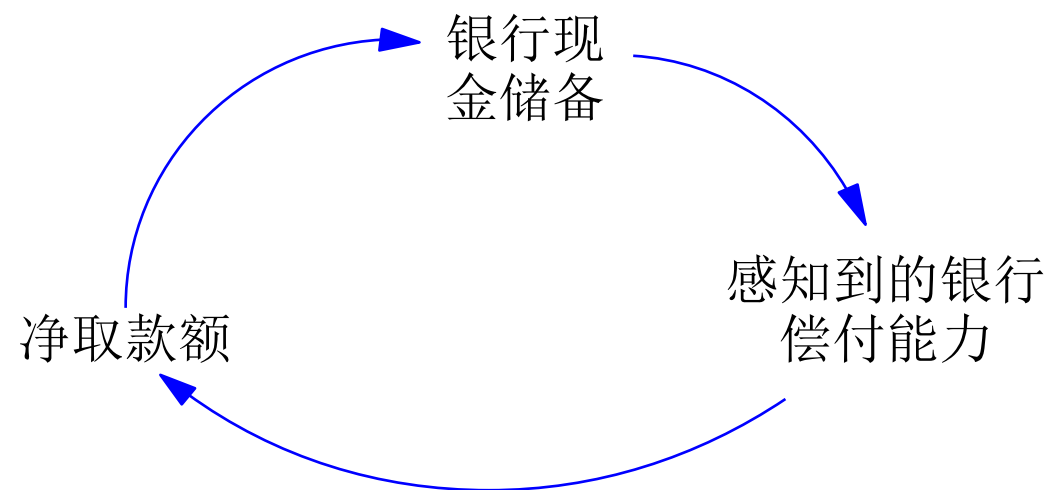
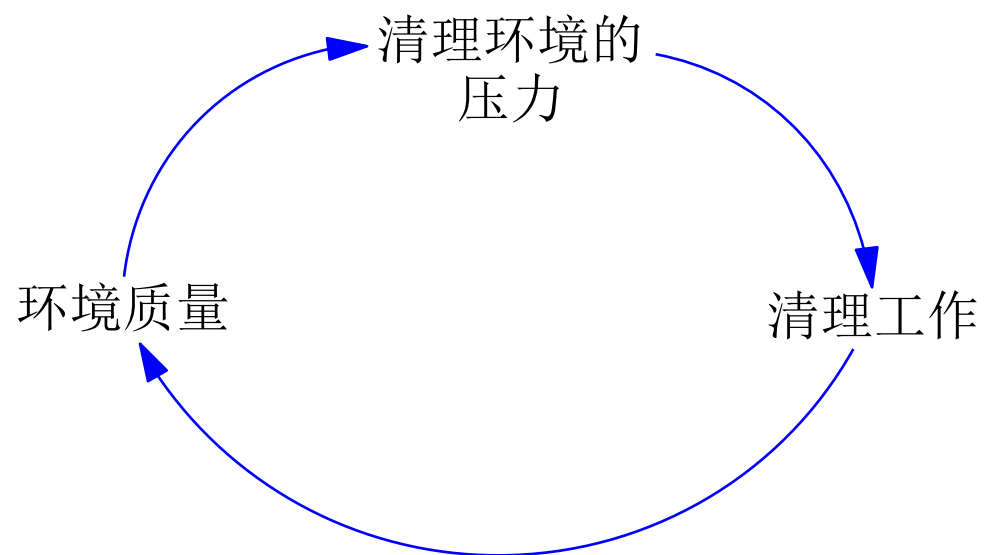
› 跟踪法

- 断开一处因果链
- 跟踪一个回路中的变量变化，令回路中某变量有一微量变化，沿因果链跟踪该变化的传递
- 估算回路的开环增益是增强型还是平衡型

因果关系图的标注

- › 为每一个因果链标注极性
- › 为每一个反馈回路标注极性
- › 具有延迟特征的因果链须在图中标注

案例



案例

