



我们知道，当被测对象的输入变量或输入条件相互依赖、相互制约的时候，适合用决策表法进行测试，那还有没有其他适合的方法呢？

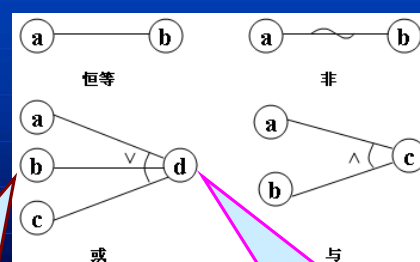
## 10.4 因果图法



### 什么是因果图法？

- 因果图法是一种利用图解法分析输入的各种组合情况，从而设计测试用例的方法，它适合于检查程序输入条件的各种组合情况。

### 因果图的关系符号

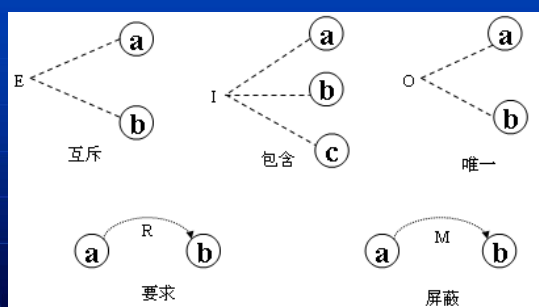


左边的节点表示原因

右边的节点表示结果

- 恒等、非、或、与的含义见P74

### 因果图的约束符号



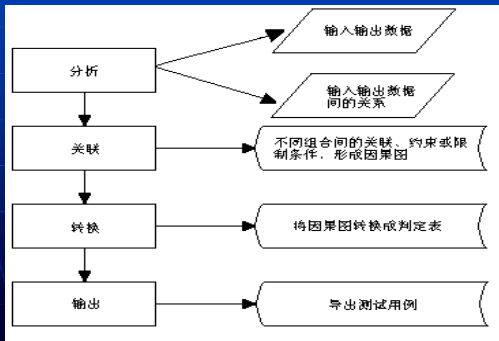
- 互斥（异）、包含（或）、唯一、要求、屏蔽（强制）的含义见P75

### 因果图法设计测试用例的步骤

利用因果图生成测试用例的基本步骤如下：

- （1）分析软件规格说明中哪些是原因（即输入条件或输入条件的等价类），哪些是结果（即输出条件），并给每个原因和结果赋予一个标识符。
- （2）分析软件规格说明中的语义，找出原因与结果之间、原因与原因之间对应的关系，根据这些关系画出因果图。
- （3）由于语法或环境的限制，有些原因与原因之间、原因与结果之间的组合情况不可能出现。为表明这些特殊情况，在因果图上用一些记号表明约束或限制条件。
- （4）把因果图转换为决策表。
- （5）根据决策表中的每一列设计测试用例。

## 因果图法示意图



## 案例1

某软件规格说明书包含这样的要求：第一列字符必须是A或B，第二列字符必须是一个数字，在此情况下进行文件的修改，但如果第一列字符不正确，则给出信息N；如果第二列字符不是数字，则给出信息M。

用因果图法测试上述程序。

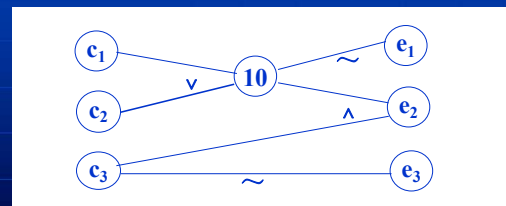
## 步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

原因	结果
c1: 第一个字符是A	e1: 给出信息N
c2: 第一个字符是B	e2: 修改文件
c3: 第二个字符是一个数字	e3: 给出信息M

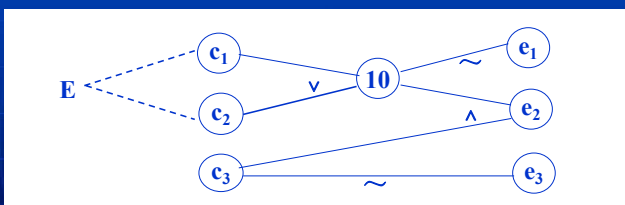
某软件规格说明书包含这样的要求：第一列字符必须是A或B，第二列字符必须是一个数字，在此情况下进行文件的修改，但如果第一列字符不正确，则给出信息N；如果第二列字符不是数字，则给出信息M。

## 步骤2：画出因果图



10为中间节点。

## 步骤3：施加相应的约束



考虑到原因1和原因2不可能同时为1，因此在因果图上施加E约束；10为中间节点。

## 步骤4 将因果图转换为决策表

规则		1	2	3	4	5	6	7	8
条件	C <sub>1</sub>	1	1	1	1	0	0	0	0
	C <sub>2</sub>	1	1	0	0	1	1	0	0
	C <sub>3</sub>	1	0	1	0	1	0	1	0
	10			1	1	1	1	0	0
动作	e <sub>1</sub>			0	0	0	0	1	1
	e <sub>2</sub>			1	0	1	0	0	0
	e <sub>3</sub>			0	1	0	1	0	1
	不可能	1	1						
测试用例				A5	A#	B9	B?	X2	Y%

## 步骤5：根据决策表设计测试用例

编号	输入数据	预期输出
TC1	A5	修改文件
TC 2	A#	给出信息M
TC 3	B9	修改文件
TC 4	B?	给出信息M
TC 5	X2	给出信息N
TC 6	Y%	给出信息N和信息M

## 案例2

例如，有一个饮料自动售货机（处理单价为5角钱）的控制处理软件，它的软件规格说明如下：

若投入5角钱的硬币，按下“橙汁”或“啤酒”的按钮，则相应的饮料就送出来。若投入1元钱的硬币，同样也是按“橙汁”或“啤酒”的按钮，则自动售货机在送出相应饮料的同时退回5角钱的硬币。

试绘制上述程序的因果图并转化为相应的决策表。

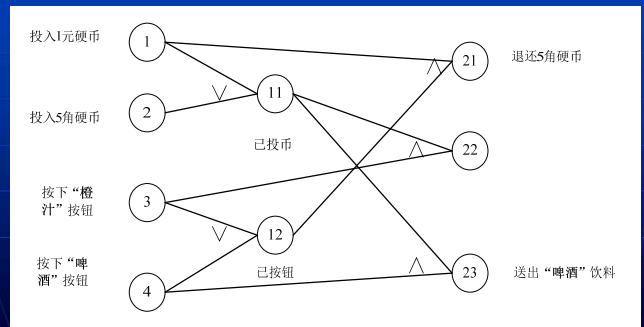
## 步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

原因	结果
1: 投入1元硬币	21: 退还5角硬币
2: 投入5角硬币	22: 送出“橙汁”
3: 按下“橙汁”按钮	23: 送出“啤酒”
4: 按下“啤酒”按钮	

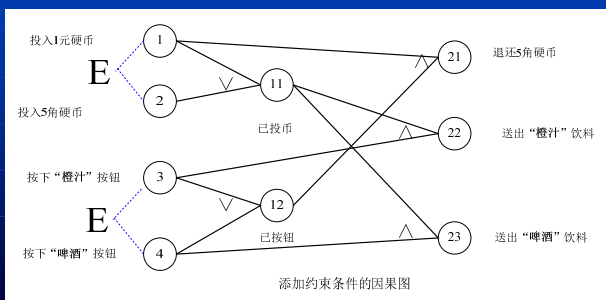
若投入5角钱的硬币，按下“橙汁”或“啤酒”的按钮，则相应的饮料就送出来。若投入1元钱的硬币，同样也是按“橙汁”或“啤酒”的按钮，则自动售货机在送出相应饮料的同时退回5角钱的硬币。

## 步骤2：画出因果图



11、12为中间节点。

## 步骤3：施加相应的约束



## 步骤4 将因果图转换为决策表

从因果图导出的判定表		1	2	3	4	5	6	7	8
输入	投入1元硬币	1	1	1	1	0	0	0	0
	投入5角硬币	2	0	0	0	1	1	1	0
	按下橙汁	3	1	0	0	1	0	0	1
	按下啤酒	4	0	1	0	0	1	0	1
中间节点	已投币	11	1	1	1	1	1	0	0
	已按钮	12	1	1	0	1	1	0	1
输出	退还5角硬币	21	1	1	0	0	0	0	0
	送出橙汁饮料	22	1	0	0	1	0	0	0
	送出啤酒饮料	23	0	1	0	0	1	0	0

### 案例3 三角问题

绘制三角问题的因果图并转化为相应的决策表。

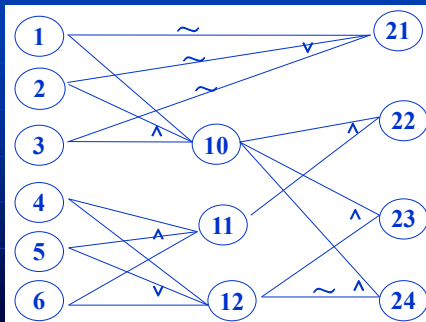
#### 步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

原因	结果
1: $A < B+C$	21: 不能构成三角形
2: $B < A+C$	22: 等边三角形
3: $C < A+B$	23: 等腰三角形
4: $A = B$	24: 一般三角形
5: $A = C$	
6: $B = C$	

#### 步骤2：画出因果图

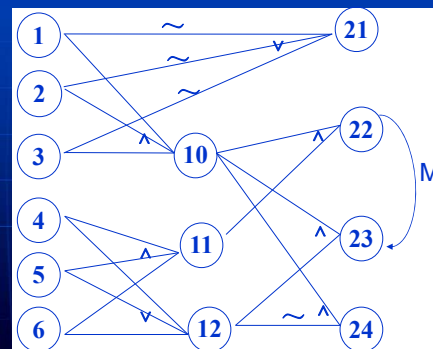
原因	结果
1: $A < B+C$	21: 不能构成三角形
2: $B < A+C$	22: 等边三角形
3: $C < A+B$	23: 等腰三角形
4: $A = B$	24: 一般三角形
5: $A = C$	
6: $B = C$	



10、11、12为中间节点。

#### 步骤3：施加相应的约束

原因	结果
1: $A < B+C$	21: 不能构成三角形
2: $B < A+C$	22: 等边三角形
3: $C < A+B$	23: 等腰三角形
4: $A = B$	24: 一般三角形
5: $A = C$	
6: $B = C$	



对于条件4:  $A = B$ , 5:  $A = C$ , 6:  $B = C$ , 不可能两个成立, 另一个不成立的约束如何添加?

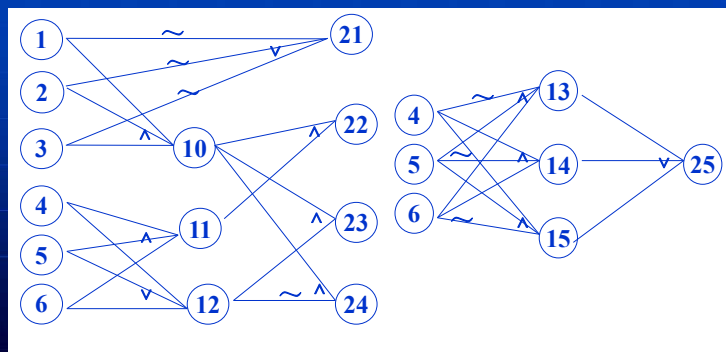
#### 重回步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

原因	结果
1: $A < B+C$	21: 不能构成三角形
2: $B < A+C$	22: 等边三角形
3: $C < A+B$	23: 等腰三角形
4: $A = B$	24: 一般三角形
5: $A = C$	25: 不可能
6: $B = C$	

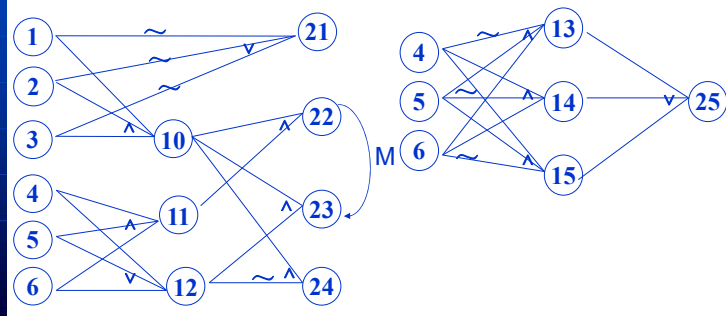


## 步骤2：画出因果图



10、11、12、13、14、15为中间节点。

## 步骤3：施加相应的约束



## 步骤4 将因果图转换为决策表

1:a<b+c?	F	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
2:b<a+c?	-	F	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3:c<a+b?	-	-	F	T	T	T	T	T	T	T	T
4:a=b?	-	-	-	T	T	T	T	F	F	F	F
5:a=c?	-	-	-	T	T	F	F	T	T	F	F
6:b=c?	-	-	-	T	F	T	F	T	F	T	F
21: 非三角形	✓	✓	✓								
24: 一般三角形											✓
23: 等腰三角形							✓		✓	✓	
22: 等边三角形				✓							
25: 不可能					✓	✓		✓			

## 步骤5 根据决策表设计测试用例

用例ID	a	b	c	预期输出
DT1	4	1	2	非三角形
DT2	1	4	2	非三角形
DT3	1	2	4	非三角形
DT4	5	5	5	等边三角形
DT5	?	?	?	不可能
DT6	?	?	?	不可能
DT7	2	2	3	等腰三角形
DT8	?	?	?	不可能
DT9	2	3	2	等腰三角形
DT10	3	2	2	等腰三角形
DT11	3	4	5	一般三角形

## 课堂练习一

某软件的一个模块的需求规格说明书中描述：

(1) 年薪制员工：严重过失，扣年终风险金的4%；过失，扣年终风险金的2%。

(2) 非年薪制员工：严重过失，扣当月薪资的8%；过失，扣当月薪资的4%。

请绘制出因果图和判定表，并给出相应的测试用例。

## 步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

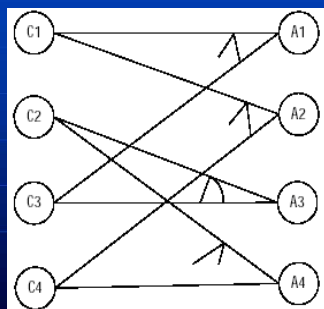
原因	结果
C1: 年薪制员工	A1: 扣年终风险金的4%
C2: 非年薪制员工	A2: 扣年终风险金的2%
C3: 严重过失	A3: 扣当月薪资的8%
C4: 过失	A4: 扣当月薪资的4%

(1) 年薪制员工：严重过失，扣年终风险金的4%；过失，扣年终风险金的2%。

(2) 非年薪制员工：严重过失，扣当月薪资的8%；过失，扣当月薪资的4%。

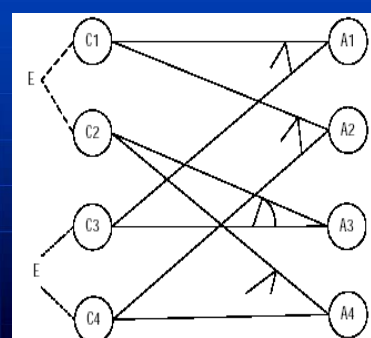
## 步骤2：画出因果图

原因	结果
C1: 年薪制员工	A1: 扣年终风险金的4%
C2: 非年薪制员工	A2: 扣年终风险金的2%
C3: 严重过失	A3: 扣当月薪资的8%
C4: 过失	A4: 扣当月薪资的4%



## 步骤3：施加相应的约束

原因	结果
C1: 年薪制员工	A1: 扣年终风险金的4%
C2: 非年薪制员工	A2: 扣年终风险金的2%
C3: 严重过失	A3: 扣当月薪资的8%
C4: 过失	A4: 扣当月薪资的4%



## 步骤4 将因果图转换为决策表

c1:年薪制员工	F	F	F	F	F	F	F	T	T	T	T	T	T	T	T
c2:非年薪制员工	F	F	F	F	T	T	T	T	F	F	F	F	T	T	T
c3:严重过失	F	F	T	T	F	F	T	T	F	F	T	T	F	F	T
c4:过失	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T
A1:扣年终风险金的4%													√		
A2:扣年终风险金的2%									√						
A3:扣当月薪资的8%									√						
A4:扣当月薪资的4%				√											

## 课堂练习二

根据中国象棋中走马的规则绘制因果图，走马的规则如下

- 1、如果落点在棋盘外，则不移动棋子；
- 2、如果落点与起点不构成日字型，则不移动棋子；
- 3、如果落点处有自己方棋子，则不移动棋子；
- 4、如果在落点方向的邻近交叉点有棋子（绊马腿），则不移动棋子；
- 5、如果不属于1-4条，且落点处无棋子，则移动棋子；
- 6、如果不属于1-4条，且落点处为对方棋子(非老将)，则移动棋子并除去对方棋子；
- 7、如果不属于1-4条，且落点处为对方老将，则移动棋子，并提示战胜对方，游戏结束。

## 步骤1：分析原因和结果

根据题意，原因和结果如下：

原因：

- 1、落点在棋盘外；
- 2、落点与起点不构成日字；
- 3、落点处有自己方棋子；
- 4、落点方向的邻近交叉点有棋子（绊马腿）；
- 5、落点处无棋子；
- 6、落点处为对方棋子（非老将）；
- 7、落点处为对方老将。

结果：

- 21、不移动棋子；
- 22、移动棋子；
- 23、移动棋子，并除去对方棋子；
- 24、移动棋子，并提示战胜对方，结束游戏。

## 步骤1：分析原因和结果

- 1、如果落点在棋盘外①，则不移动棋子（21）；
- 2、如果落点与起点不构成日字型②，则不移动棋子（21）；
- 3、如果落点处有自己方棋子③，则不移动棋子（21）；
- 4、如果在落点方向的邻近交叉点有棋子（绊马腿）④，则不移动棋子（21）；
- 5、如果不属于1-4条，且落点处无棋子⑤，则移动棋子（22）；
- 6、如果不属于1-4条，且落点处为对方棋子(非老将)⑥，则移动棋子并除去对方棋子（23）；
- 7、如果不属于1-4条，且落点处为对方老将⑦，则移动棋子，并提示战胜对方，游戏结束（24）。

