# 下篇 通用网论

特殊网论(EN系统，P/T系统，
Pr/T系统
有色网系统
关系网系统
随机网系统
时间网系统
随机时间网系统
有色时间网系统
数字网系统)：

高级系统

以动态行为为研究目的

通用网论
(并发论，同步论，网拓扑，网逻辑)：
寻求网系统的共同基础 (P103七个目标)
概念级别:(四个,由低到高) (特别设计，具有信息传递特性)

确定 抽象 构造

并发关系→出现结构→C/E系统→信息流网

(最基本现象) (所有个体的痕迹线构成的结构) (信息元件) (信息系统)

- 第五章：C/E系统 { C/E系统概念 / 公理及基本现象 / S-完备及T-完备 }
  ↓ 同步论(第六章) ↓ 网逻辑(第七章)
- 第八章：信息流结构
- 第九章：网拓扑 (研究特殊的拓扑结构，以沟通离散模型和连续模型之间的联系)
- 第十章：并发论 (P168进一步讨论并发特性)
- 第十一章：应用 (以例说明实际应用网系统)

# 第六章 C/E系统（条件/事件系统）

一、定义

基本网系统(B, E;F, $c_{in}$)

“向前”可达关系
↓ 托肯沿F的流关系的箭头方向流动

$c, c' \in C_N$,

$c \rightarrow c'$

“向前”情态集

展望未来

回忆过去

“向后”可达关系

增加“向前”+“忽前忽后”可达关系

完全情态集

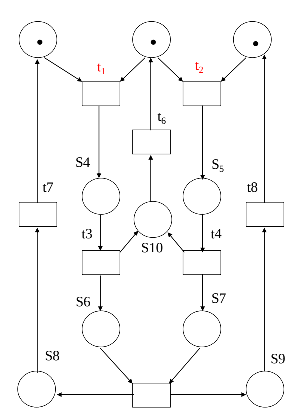
# 定义6.1 向后发生权

(B, E;F, $c_{in}$)——EN系统，二个从 $c_1, c_2 \subseteq B$

若有$\mu \subseteq E$,

使得$c_1[\mu>c_2$，就说在$c_2$有向后(一步)发生权,

发生结果是$c_1$，记$c_1\langle\mu]c_2$



## 例子$\Sigma_4$

∵ $\{s_8, s_9, s_{10}\} \xrightarrow{\{t_7, t_8\}} \{s_1, s_3, s_{10}\}$

∴ $\{s_8, s_9, s_{10}\}$是$\{s_1, s_3, s_{10}\}$的向后后继情态

记 $\{s_8, s_9, s_{10}\} < \{t_7, t_8\}] \{s_1, s_3, s_{10}\}$

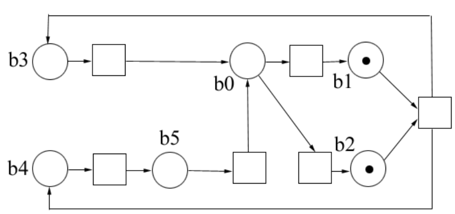
## 定义6.2 完全情态集

$(B, E; F, c_{in})$ EN系统，完全情态集是满足以下条件的集合$[c_{in}]$：

1. $c_{in} \in [c_{in}]$
2. 若$c_1 \in [c_{in}]$, $c_2 \subseteq B$, $\exists \mu \subseteq E$: $c_1[\mu > c_2$（$c_1$向前发生到达$c_2$）或$c_2[\mu > c_1$（$c_1$向后发生到达$c_2$），则$c_2 \in [c_{in}]$
3. 仅以经过1，2步得到的才属于$[c_{in}]$

## 例子

**$\{b_4, b_5\} \langle \mu] \{b_4, b_0\}$**




## 例子的完全情态集

**$[c_{in}]=\{\{b_1,b_2\},\{b_3,b_4\},\{b_3,b_5\},\{b_3,b_0\},\{b_3,b_1\},\{b_3,b_2\},$**
**$\{b_4,b_0\},\{b_4,b_1\},\{b_4,b_2\},$**
**$\{b_5,b_0\},\{b_5,b_1\},\{b_5,b_2\},$**
**$\{b_0,b_1\},\{b_0,b_2\},$**
**$\{b_4,b_5\}\ \}$**

$\{b_4, b_5\}$是唯一向后可达情态，不属于原情态集$[\{b_1, b_2\}>$

$\{b_4, b_5\}$属于$[c_{in}]$的含义是：追溯$c_{in}=\{b_1,b_2\}$的历史，$b_1,b_2\}$中的托肯有可能来自$b_4,b_5$

## 定理6.1

$(B, E; F, c_{in})$是EN系统，令$C_i$为从$c_{in}$至少需要i步（向前，向后或交错）才能到达的情态所成的集合，

则$[c_{in}]=\{c_{in}\} \bigcup_{i=1}^{\infty} C_i$

令 $C = \{c_{in}\} \bigcup_{i=1}^{\infty} C_i$

证 $\begin{cases} \supseteq 若c \in C \Rightarrow c=c_{in}或c \in C_i \Rightarrow c \in [c_{in}] \\ \subseteq 若c \in [c_{in}] \Rightarrow c=c_{in}或 \end{cases}$

$c \in C_i \Rightarrow c \in \{c_{in}\} \cup C_i = C$ $\quad {}^{\infty}_{i=1}$

## 定理6.2

$(B, E; F, c_{in})$是EN系统，设$c_1, c_2 \subseteq B$，
则$[c_1]=[c_2]$或者$[c_1] \cap [c_2] = \phi$

定理表明：完全情态集是从上的等价类
（由完全可达关系确定）

只要证$[c_1]\cap[c_2]\neq\phi \Rightarrow [c_1]=[c_2]$

或者 $[c_1]\neq[c_2] \Rightarrow [c_1]\cap[c_2]=\phi$

$\because [c_1]\cap[c_2]\neq\phi$, $\therefore \exists c_0\subseteq B$: $c_0\in[c_1]\cap[c_2]$

$$
\begin{array}{ccc}
 & & c_2 \\
 & & \downarrow \\
 & & \vdots \\
 & & \downarrow \\
c_1 & \rightarrow\cdots\rightarrow & c_0 \\
\downarrow & & \\
\vdots & & \\
\downarrow & & \\
c & &
\end{array}
$$

对任意$c\in[c_1] \Rightarrow c\in[c_2]$

$\Rightarrow [c_1]\subseteq[c_2]$

同理可证:

$[c_2]\subseteq[c_1]$ $\therefore [c_1]=[c_2]$

## 推论

当$c'\in[c]$，则$[c']=[c]$，即

1. 完全情态集与选择其内的情态为初始情态无关
2. 完全情态集与选择其外的情态为初始情态有关



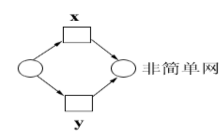
## 定义6.3 C/E系统

四元组$\Sigma=(B,E;F,C)$为C/E系统 iff

1. $(B,E;F)$是简单网 — 基网
2. C是从上的一个完全情态集，C中的从称为Σ的情态
3. $\forall b\in B$, $\exists c_1, c_2\in C$: $b\in c_1\wedge b\,\overline{\in}\,c_2$
4. $\forall e\in E$, $\exists c_1, c_2\in C$: $c_1[e>c_2$

## 说明

1. 简单网：不同成分都有区别
   (EN系统中)网 — 基网



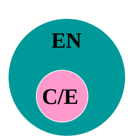

3. 每个条件都有机会成真，也有机会成假
4. 每个事件都有机会发生

否则在系统不起作用

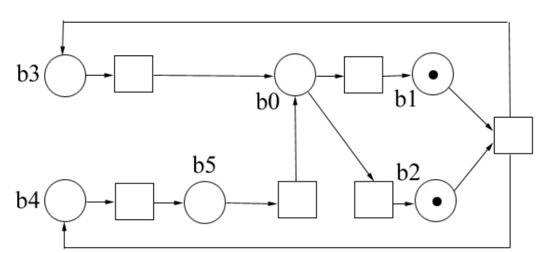


## EN网系统与C/E系统关系

1. 由1，2推出是一个EN系统

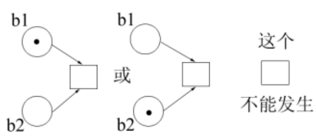



2. 图形表示一致(下例子可以为EN，也可以为C/E，去除C中的$\{b_4, b_5\}$为非完全情态)
3. C的定义影响EN系统是否为C/E系统

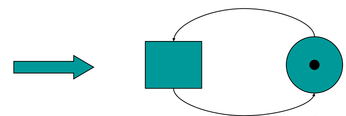


这个C=[{b4}]
不能保证：每
个事件都有
发生机会

如：定义$[\{b_4\}]=\{\{b_0\},\{b_1\},\{b_2\},\{b_3\},\{b_4\},\{b_5\}\}$完全情态集




4. 由3, 4推出(B, E;F)为纯网



5. 含义不一致：C/E由出现结构
构造而来（同一状态的
不同出现“重叠”）

↑ 永真
永假



## 二、公理和基本现象

C/E定义 满足 外延公理

↓ 系统结构→发生权，后继情态，情态间完全可达关系

→完全情态集C及可达关系r

→事件的结构（事件与条件的关系）

设B—条件集 E—事件集 关系$r—2^B\times E\times 2^B$

↓ B的幂集（B的所有子集所成的集合）

C—基于r的完全可达类

## 外延公理

对于任何B, E, r, C的(B, E;r, C)，必∃函数 pre及post：$E\to 2^B$（$^{\cdot}e=pre(e)$及$e^{\cdot}=post(e)$）
满足：

1. $\forall e\in E: ({}^{\cdot}e\cup e^{\cdot})\neq\phi \wedge ({}^{\cdot}e \cap e^{\cdot})=\phi$
2. $\forall e_1, e_2\in E: ({}^{\cdot}e_1={}^{\cdot}e_2\wedge e_1{}^{\cdot}=e_2{}^{\cdot} \Rightarrow e_1=e_2$
3. $\forall(c_1, e, c_2)\in r: c_1-c_2={}^{\cdot}e\wedge c_2-c_1=e^{\cdot}$
4. $\forall c\in C, \forall e\in E: ({}^{\cdot}e\subseteq c\wedge e^{\cdot}\cap c=\phi\Rightarrow \exists c'\in C: (c, e, c')\in r)$
5. $\forall c\in C, \forall e\in E: ({}^{\cdot}e\cap c=\phi\wedge e^{\cdot}\subseteq$ … $\exists c'\in C: (c', e, c)\in r)$

每个事件都有外延—非孤立

不同事件外延不同—可以区分

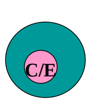
事件的发生只影响外延

向前 … 延之 …

向后发生权也与外延之外的条件无关



- C/E满足外延公理
- 不是所有(B, E;r, C)都是C/E系统（∵公理没有规定C/E系统定义的3, 4二点）




四元组(B, E;r, C)

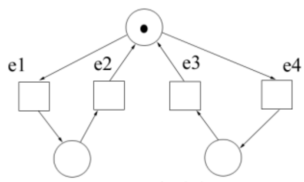
## 基本现象

**C/E**系统 → 完全情态集

- 冲突
- 冲撞
- 并发
- 混惑

以例子说明

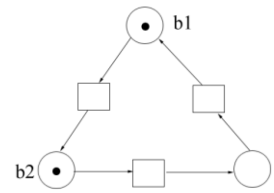
## 冲突




e1,e4 正向冲突
e2,e3 反向冲突

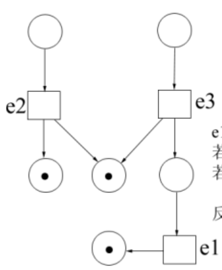


## 冲撞




在 b2 处正向冲撞
在 b1 处反向冲撞

## 并发和混惑




e1,e2 反向并发
若 e1 先向后发生，则 e2,e3 反向冲突
若 e2 先向后发生，则无冲突（正，反）

反向混惑＝反向并发＋反向冲突

## 从现实角度(理解)

- 混惑系统——所选择的不适当的子系统
  ——人为所致，非客观
- 并发——加速运算和操作
  ——并发论（第十章）
- 冲突（选择）——实现选择可以控制



## 三、完备化

S-补可以消除冲撞
假定无冲撞系统（正反向）

$\left.\begin{array}{l}\text{S-补}\\ \text{T-补}\end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l}\text{S-完备化}\\ \text{T-完备化}\end{array}\right\}$ 通用网论二个工具，是同步论和网逻辑论的基础

## 完备化概念

$(B,E;F)$为C/E基网
$B_1, B_2 \subseteq B$
$\xrightarrow{构造}$ 找$e \in E$, $^{\cdot}e=B_1 \wedge e^{\cdot}=B_2$
添加所有e，对$(B,E;F)$T-完备化
$E_1, E_2 \subseteq E$
$\xrightarrow{构造}$ 找$b \in B$, $^{\cdot}b=E_1 \wedge b^{\cdot}=E_2$
添加所有b，对$(B,E;F)$S-完备化

## 定义6.4 完备化

(S, T; F)—简单网

$\forall T_1, T_2 \subseteq T$, $(T_1, T_2) \neq (\phi, \phi)$, $\exists$唯一$s \in S$:
$^\bullet s = T_1 \wedge s^\bullet = T_2$

称(S, T; F)—S-完备的

$\forall S_1, S_2 \subseteq S$, $(S_1, S_2) \neq (\phi, \phi)$, $\exists$唯一$t \in T$:
$^\bullet t = S_1 \wedge t^\bullet = S_2$

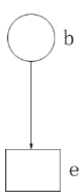
称(S, T; F)—T-完备的

## 说明

- C/E的基网(B, E; F)的完备网，不一定对应C/E系统，所以用(S, T; F)而非(B, E; F)
- (B, E; F)构造最小S-完备网(S, T; F')
  —S-完备化操作
- (B, E; F)构造最小T-完备网(S, T; F')
  —T-完备化操作

39

## 例子




B={b}
E={e}

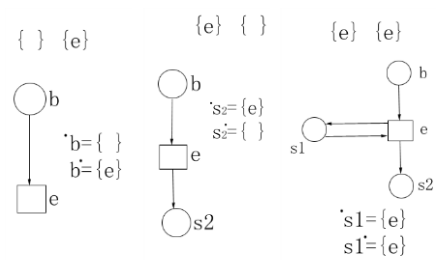
E:可能的子集对

| | |
|---|---|
| { } | {e} |
| {e} | { } |
| {e} | {e} |

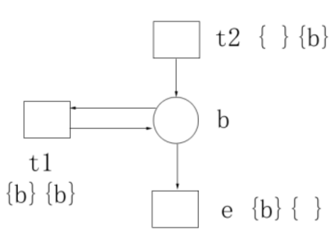
S-完备应有三个库所

40

## 三个库所




## 对于T-完备同样操作




42

## 命题 6.1

1. 任何网不会同时S-完备的和T-完备的
2. 若(S, T; F)是S-完备, 则$|S| = 4^{|T|} - 1$, 且S中非伴随库所的个数为$3^{|T|} - 1$
3. 若(S, T; F)是T-完备, 则$|T| = 4^{|S|} - 1$, 且T中纯元素($^\bullet t \cap t^\bullet = \phi$的T元素)的个数是为$3^{|S|} - 1$

## 证明

先证2：令$m=|T|$

T的子集为$2^m$个，则子集偶对$(T_1, T_2)$为$2^m \times 2^m$个 $=4^m$

除去全为空的那一对$(\phi, \phi)$，则$4^m-1$

$(T_1, T_2)$ 与S-元素一一对之∴ $|S|=4^{|T|}-1$

设s是非伴随库所，对应的T子集偶对为$(T_1, T_2)$

即$\dot{}s=T_1$，　$s^{\dot{}}=T_2$

∵ $\dot{}s \cap s^{\dot{}}=\phi$ ∴$T1 \cap T2=\phi$

44

设$|T_1|=i$，则$|T-T_1|=m-i$ （$T_2$从里选）

$T_1$，　　$T_2$

↓　　　↓

$C_m^i$　　可以是$T-T_1$中的任一子集，则$2^{m-i}$

所以，当$|T_1|=i$时，$(T_1, T_2)$共有$C_m^i \cdot 2^{m-i}$

$i=0, 1, 2, \ldots\ldots, m$

$$\sum_{i=0}^{m} C_m^i \cdot 2^{m-i}=\sum_{i=0}^{m}\frac{m!}{i!(m-i)!}2^{m-i} = 3^m$$

去除$(\phi, \phi)$，为$3^m-1$

证毕第2结论

证3：与证2一样

证1（反证法）　由2,3 $|S|=4^{|T|}-1$

$|T|=4^{|S|}-1$

$|S|=4^{(4^{|S|}-1)}-1 \rightarrow |S|+1= 4^{(4^{|S|}-1)}$

$Log_4(|S|+1)=4^{|S|}-1$，得到$|S|$的非正整解

∴任何网都不可能既是S-完备又是T-完备