第三章　时序电路的分析与设计

3.2 同步时序电路的分析与设计

3.2.2 同步时序电路的设计

3.2.2.1 建立原始状态图(表)

3.2.2.2 状态化简

3.2.2.2.1 完全给定同步时序电路状态表的化简

3.2.2.2.2 不完全给定同步时序电路状态表的化简

3.2.2.3 状态分配　A B C D 是谁来的 分配二进制

3.2.2.3.1 状态编码的一般问题　⇒ 难 找最优解

3.2.2.3.2 相邻状态分配法

3.2.2.4 触发器类型的选择及激励函数和输出函数的确定

3.2.2.4.1 触发器类型的选择　D / JK / T　状态怎么来的

3.2.2.4.2 激励函数和输出函数的确定

3.2.2.5 设计举例

第三章　时序电路的分析与设计

3.2　同步时序电路的分析与设计

3.2.2　同步时序电路的设计Synchronous – circuit Design

电路分析与设计的比较

分析过程

- 逻辑电路图
- 逻辑表达式
- 二进制状态表
- 状态表
- 状态图
- 功能特性描述

设计过程

6、讨论

5、画出逻辑电路图

4、选择触发器，确定激励函数和输出函数

3、状态分配求得二进制状态表

2、状态化简求得最简状态表

1、建立原始状态图和状态表

3.2.2.1 建立原始状态图(表)

Sequence recognizer State Diagram(Table)

- 建立原始状态表的关键是确定以下三个问题：
  1、所描述的电路应包括多少状态？
  2、状态之间的转换关系如何？
  3、输出情况如何？

做一个乱序计数器 => 数位管

- 设计要求：只求正确，不求最简。
  确保逻辑功能的正确性。
- 设计方法：直接构图（表）法
  1、 起点——假设一个初态；
  2、 输入信号为 n，则每个状态发出 2^n 条带箭头线；
  3、 直到不再有新的状态出现。

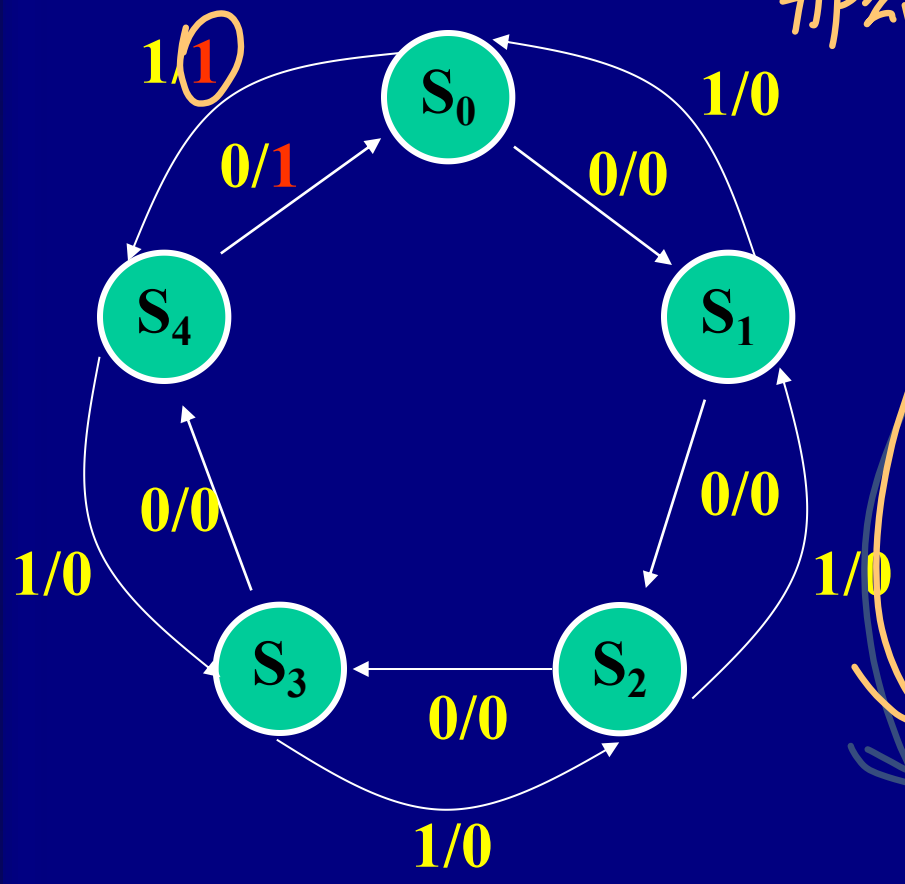
例1 设计一个五进制可逆计数器。当输入 x 为 0 时，加 1 计数；x 为 1 时，减 1 计数。

Mealy 还是 Moore 都可以

1、画出原始状态图

2、写出原始状态表

那么什么是 Mealy / Moore



y \ x	0	1
S_0	S_1 /0	S_4 /1
S_1	S_2 /0	S_0 /0
S_2	S_3 /0	S_1 /0
S_3	S_4 /0	S_2 /0
S_4	S_0 /1	S_3 /0

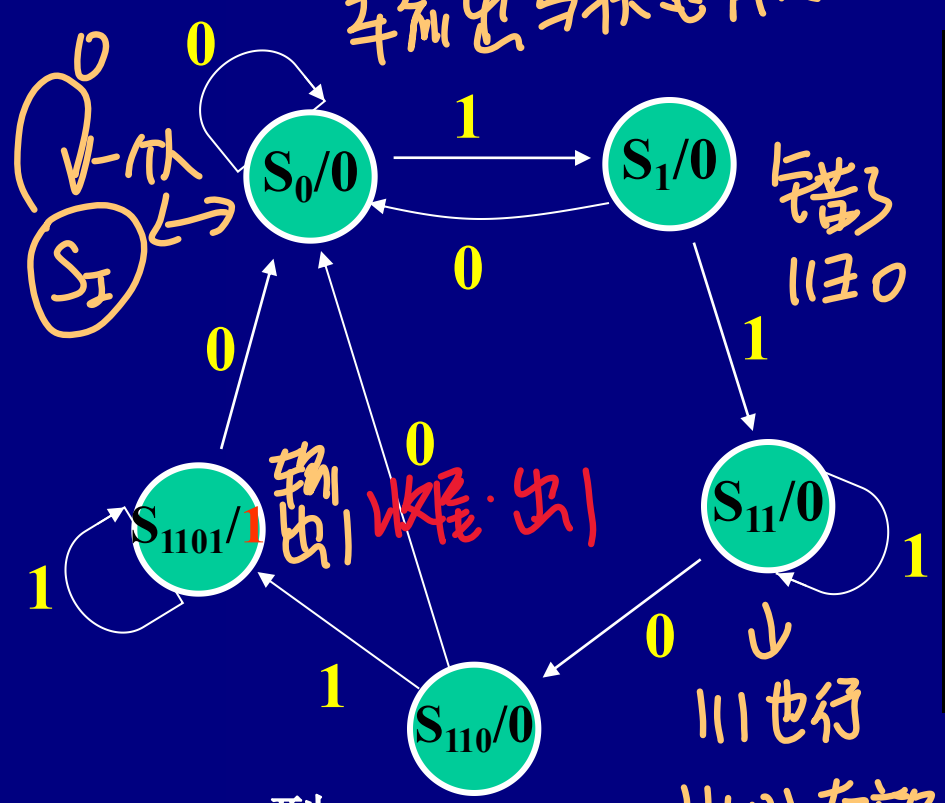
写00, 01, 10, 11.

例 2 设计一个“1101”序列检测器。当输入 x 连续出现“1101”(或在出现“1101”后，x 一直保持为1)时，输出 Z = 1；否则 Z = 0 。

下一状态

1、画出原始状态图

车输出与状态有关



错了 11应0

输出1 收尾·出1

11也行

1101 有效

Moore型

2、写出原始状态表

重要表

y \ x	0	1	z
S_0	S_0	S_1	0
S_1	S_0	S_{11}	0
S_{11}	S_{110}	S_{11}	0
S_{110}	S_0	S_{1101}	0
S_{1101}	S_0	S_{1101}	1

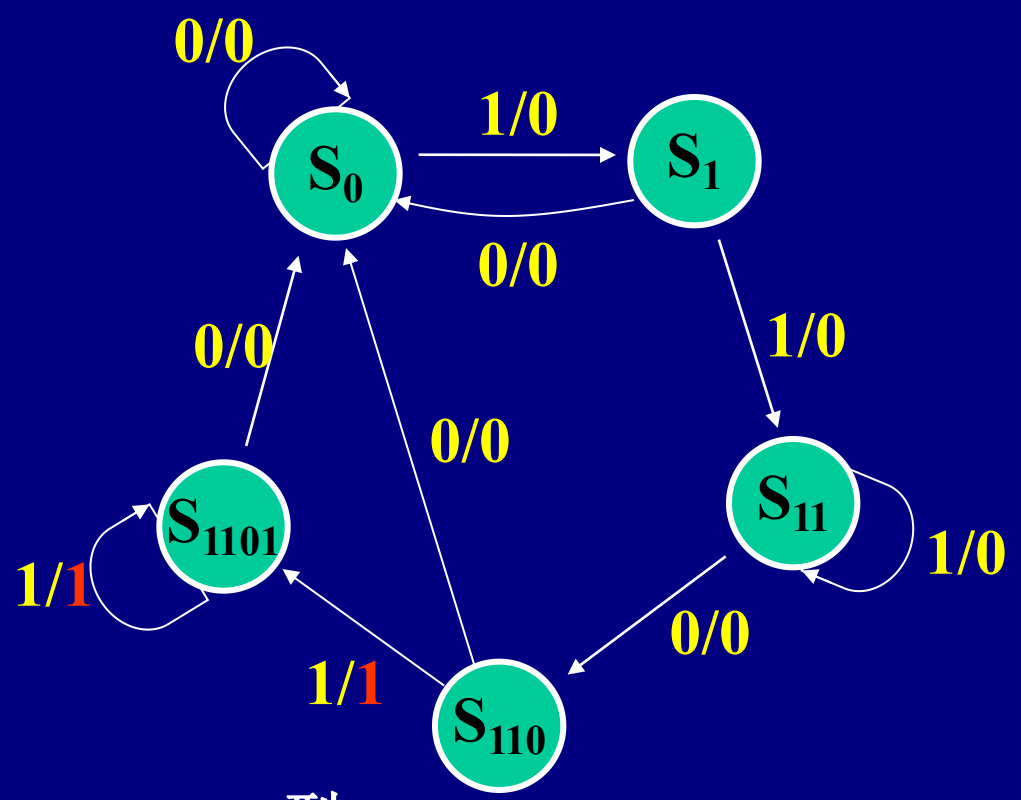
有化简一样

5个·3个触发器

例 2 设计一个“1101”序列检测器。当输入 x 连续出现“1101” (或在出现“1101”后，x 一直保持为1)时，输出 Z = 1；否则 Z = 0 。

一定会 30%出

1、画出原始状态图



Mealy型

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	S_0 /0	S_1 /0
S_1	S_0 /0	S_{11} /0
S_{11}	S_{110} /0	S_{11} /0
S_{110}	S_0 /0	S_{1101} /1
S_{1101}	S_0 /0	S_{1101} /1

3、化简原始状态表

由于S_{110}和S_{1101}的次态完全一样，则可以合并。

此为 Mealy型电路设计。试比较前述的Moore型电路设计。

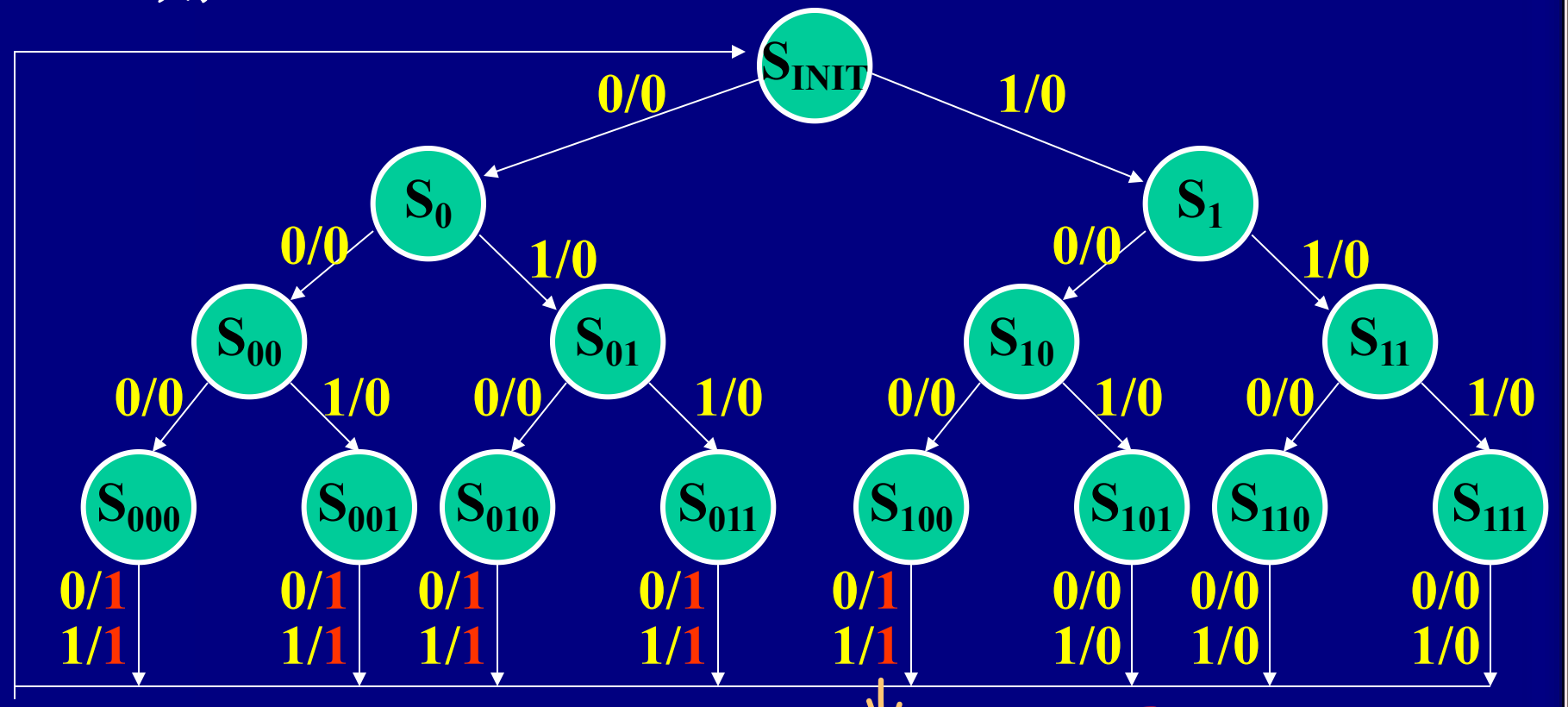
y \ x	0	1
S_0	S_0 /0	S_1 /0
S_1	S_0 /0	S_{11} /0
S_{11}	S_{110} /0	S_{11} /0
S_{110}	S_0 /0	S_{110} /1

Mealy型

y \ x	0	1	z
S_0	S_0	S_1	0
S_1	S_0	S_{11}	0
S_{11}	S_{110}	S_{11}	0
S_{110}	S_0	S_{1101}	0
S_{1101}	S_0	S_{1101}	1

Moore型

例 3 设计一个8421码序列检测器。输入 x 为串行输入8421码，先输入高位，后输入低位，每4位一组进行检测。当输入为8421码时，输出 Z = 1；否则 Z = 0 。



Mealy型

有效

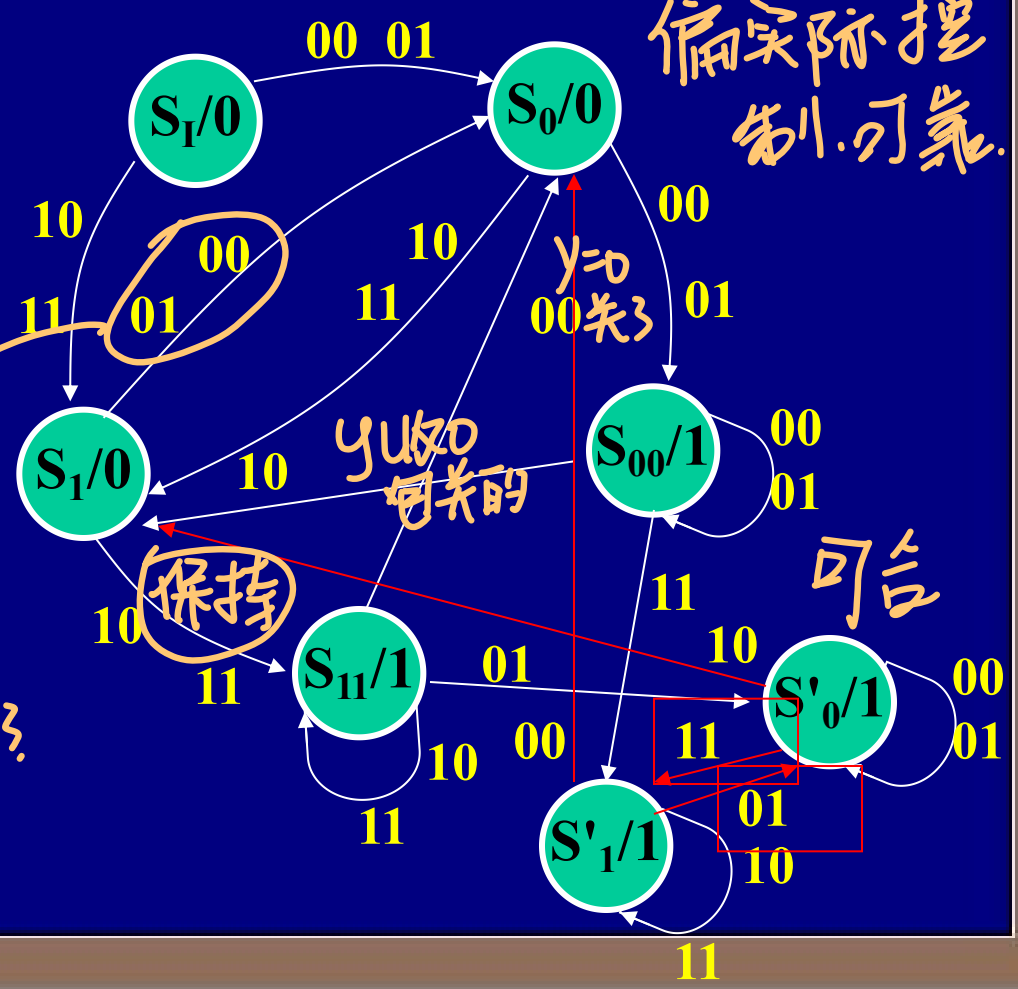
因为不可有10以上.

例 4 设计一个同步时序电路，此电路有两个输入 x 和 y 及一个输出 z 。如果 x 连续两次输入同样的值时，输出 z = 1 ，并且在此之后如果 y 输入一直保持为 1，则输出 z 保持为 1；否则，输出 z = 0。

不这么难
偏实际控制.可靠.

1、画出原始状态图

2开关



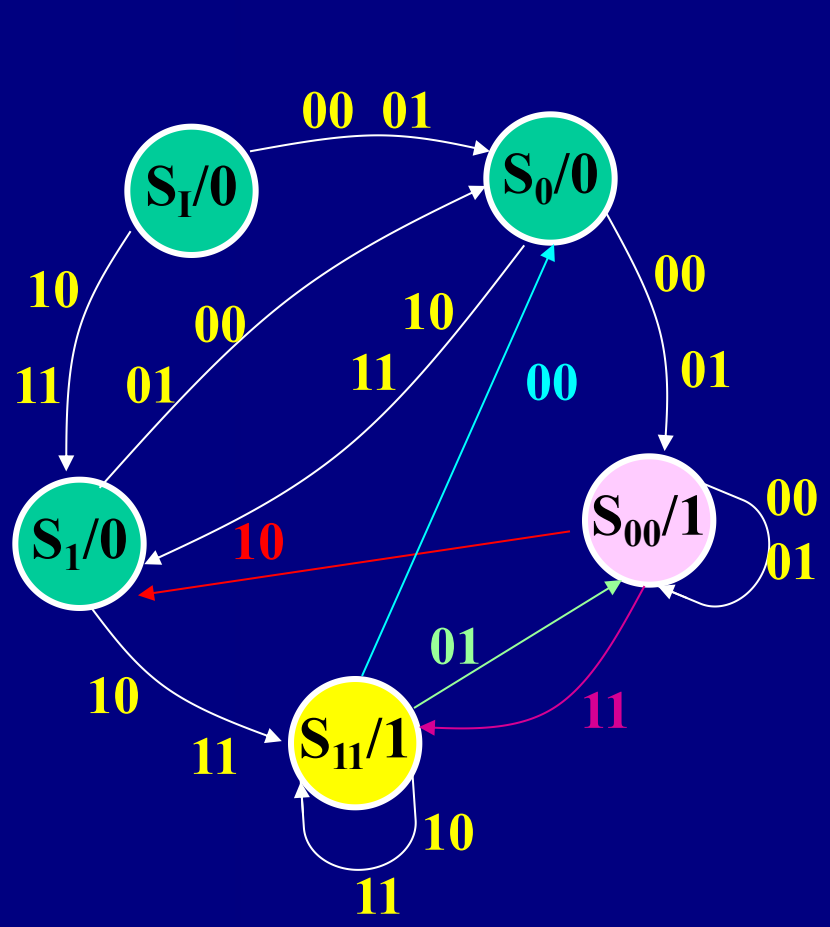
x=0 (一直)
y= ~~[illegible]~~ 1->0

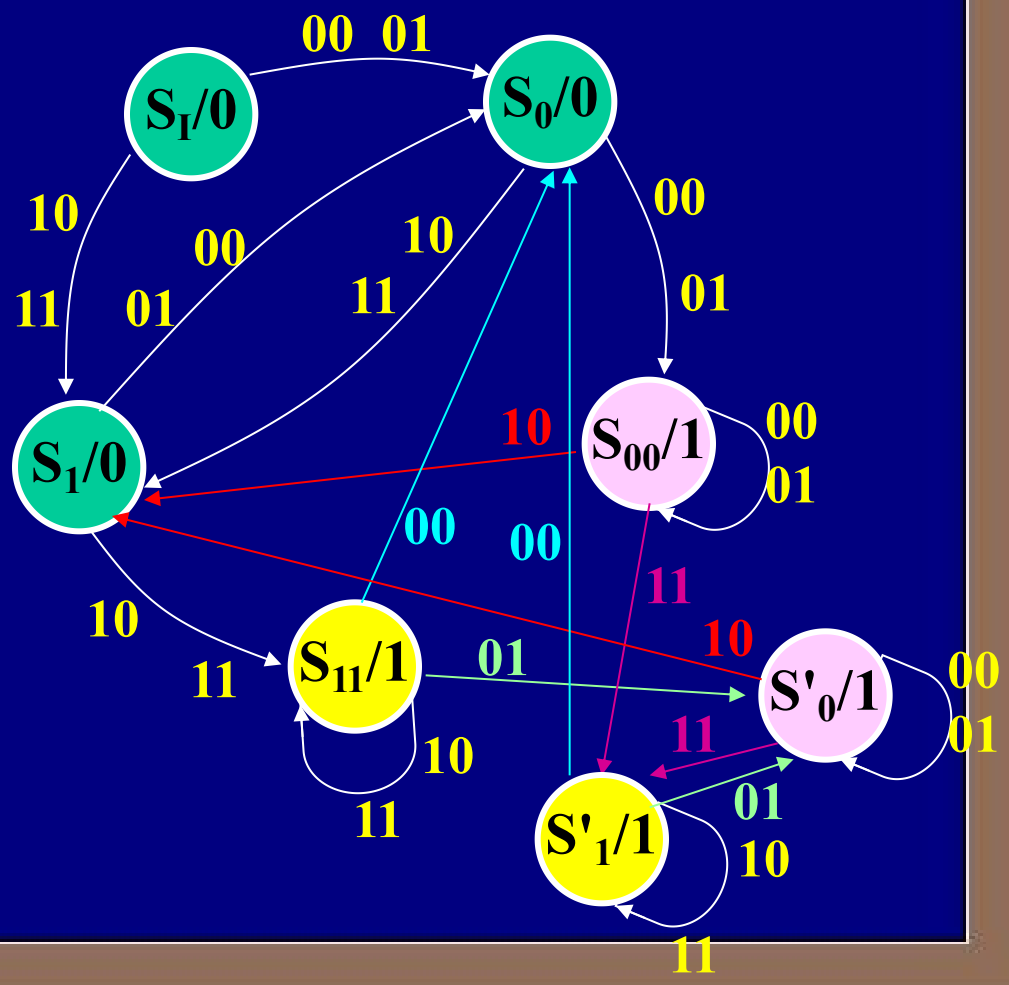
y打0 直接跳3

这个状态图是可以化简的。

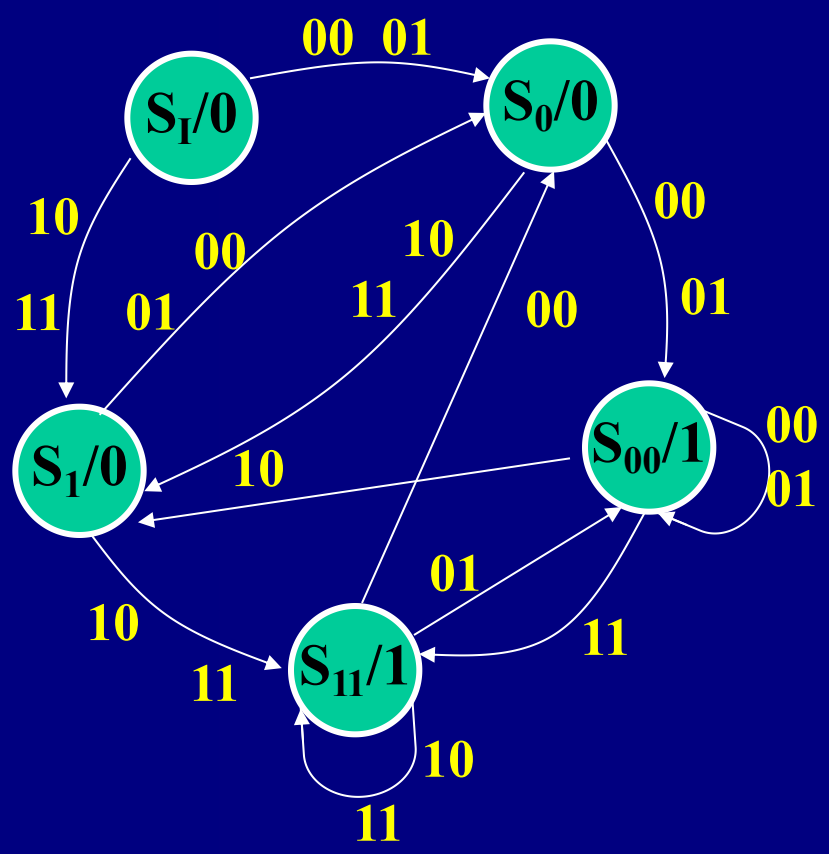
S_{00}和S'_0、 S_{11}和S'_1的所有输出有向线是一样的，即次态相同。

将S_{00}和S'_0、 S_{11}和S'_1分别合并成为一个状态，即状态化简。





2、原始状态表



S \ xy	00	01	10	11	z
S_I	S_0	S_0	S_1	S_1	0
S_0	S_{00}	S_{00}	S_1	S_1	0
S_1	S_0	S_0	S_{11}	S_{11}	0
S_{00}	S_{00}	S_{00}	S_1	S_{11}	1
S_{11}	S_0	S_{00}	S_{11}	S_{11}	1

- 总结建立原始状态图/表
  - 问题:

    有多少个状态，状态之间的转换关系如何?
  - 方法：直接构图法，

    只求逻辑正确，不求最简。
  - 例子
  - 作业

3.2.2.2 状态化简 *Simplification the States*

3.2.2.2.1 完全给定同步时序电路状态表的化简

State Reducant in Completely Specified Circuits

1、等效的概念

(1) 状态等效(*State Equivalence*)

设： S_1 和 S_2 是完全给定时序电路 M_1和 M_2(M_1和 M_2可以是同一个电路)的两个状态，作为初态同时加入任意输入序列，所产生的输出序列完全一致，则状态 S_1 和 S_2 是等效(或等价)的，称 S_1和 S_2是等效对，记为 (S_1, S_2)。等效状态可以合并为一个状态。

即：$(S_1, S_2) \rightarrow S$

(2) 等效的传递性 *Transitivity*

如果有状态S_1和S_2等效，状态S_2和S_3等效，则状态S_1和 S_3 也等效，记为：

$$(S_1, S_2), (S_2, S_3) \rightarrow (S_1, S_3)$$

(3) 等效类 *Equivalence Partition*

所含状态都可以相互构成等效对的等效状态的集合，称为等效类。

即：$(S_1, S_2, S_3) \rightarrow (S_1, S_2)(S_2, S_3)(S_1, S_3)$

$(S_1, S_2)(S_2, S_3)(S_1, S_3) \rightarrow (S_1, S_2, S_3)$

(4) 最大等效类

在一个原始状态表中，不能被其他等效类所包含的等效类称为最大等效类。

等效对的判断标准

条件1：它们的输出完全相同*identical outputs* 。

条件2：它们的次态满足下列条件之一：

① 次态相同

② 次态交错

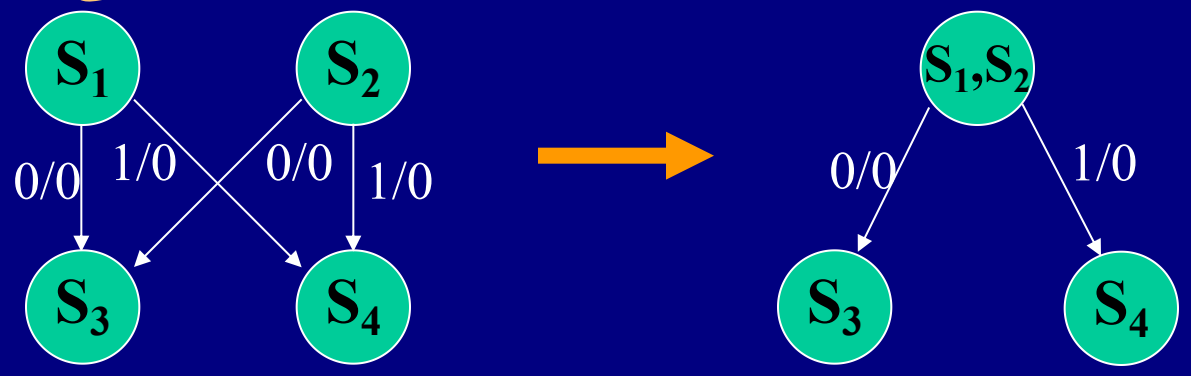
③ 次态维持

④ 后续状态等效

⑤ 次态循环

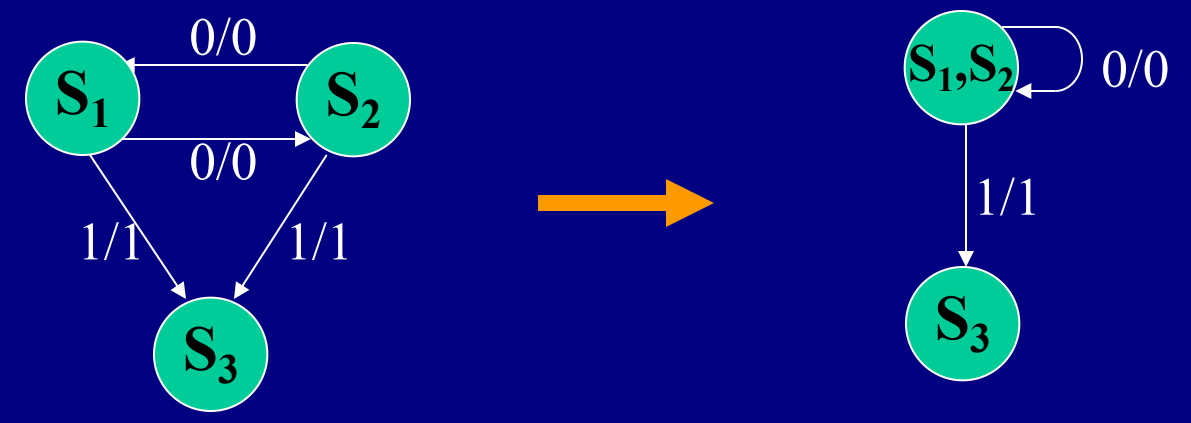
等效关系判断条件的说明

① 次态相同



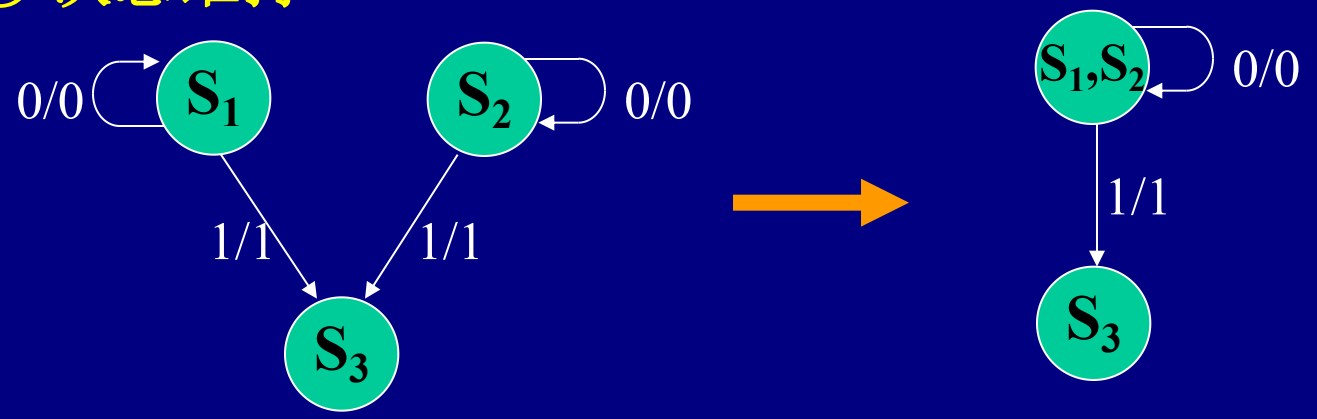
② 次态交错

去自己

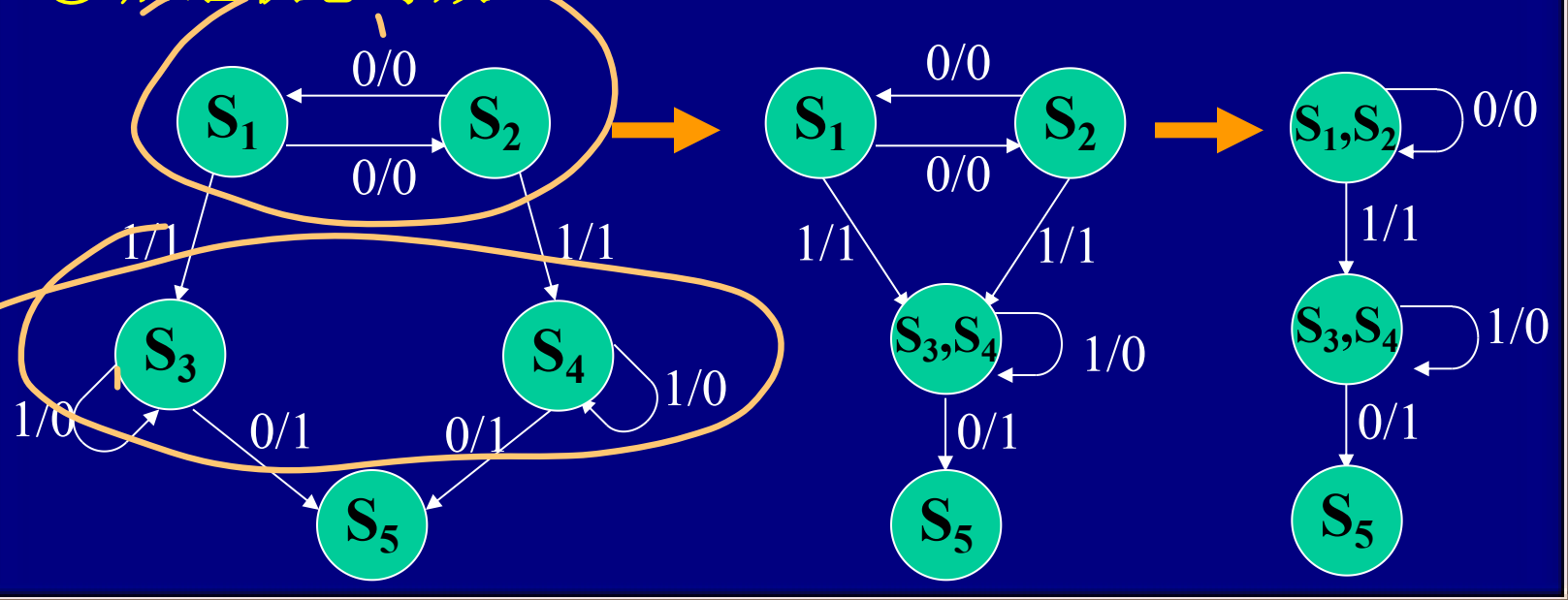


等效关系判断条件的说明

③ 次态维持

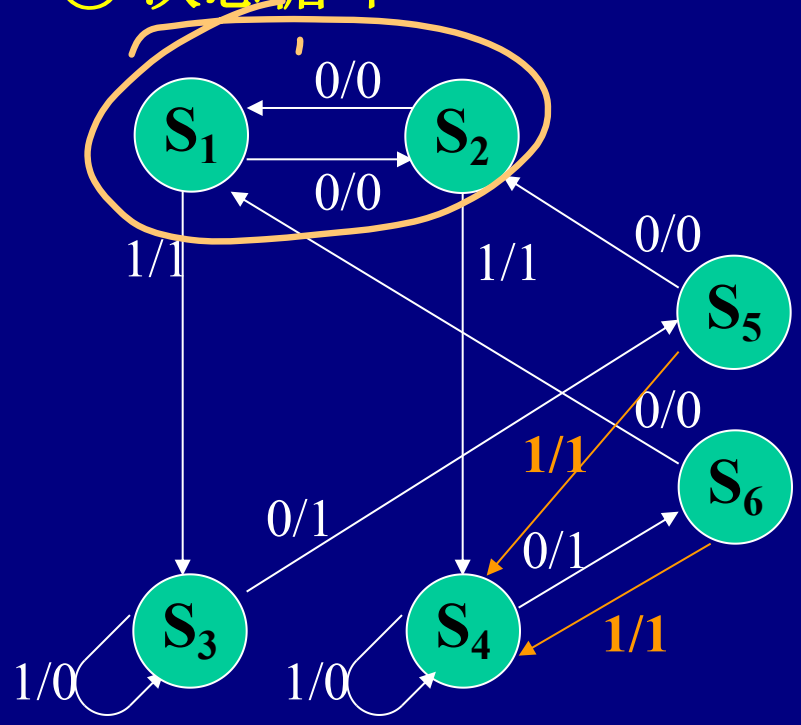


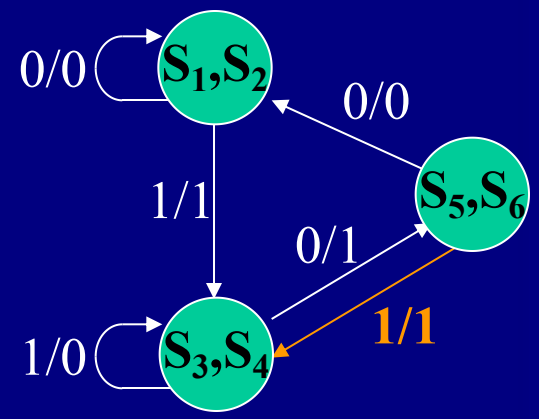
④ 后继状态等效



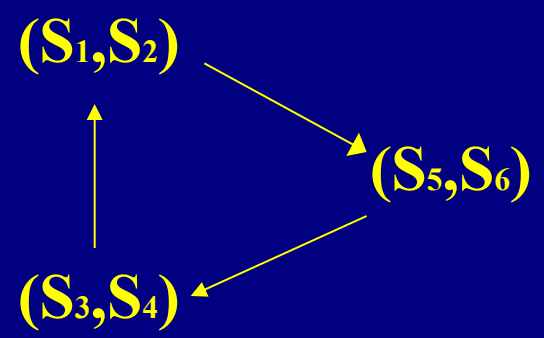
等效关系判断条件的说明

⑤ 次态循环





图中次态的等效依赖关系



2、利用隐含表进行状态化简

例 化简下图所示的原始状态表

AD 交叉等.

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

不行

DF合并

y^{n+1}/z

(1) 画隐含表(缺头少尾表)

	A	B	C	D	E	F	G
B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							

(2) 进行顺序比较 AB

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C							
D							
E							
F							
G							
H							

(2) 进行顺序比较 AC

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

输出不同

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×						
D							
E							
F							
G							
H							

(2) 进行顺序比较 AD

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×						
D	AF BD						
E							
F							
G							
H							

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 AE

B	×						
C	×						
D	AF BD						
E	×						
F							
G							
H							
	A	B	C	D	E	F	G

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 AF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×						
D	AF BD						
E	×						
F	完全一样						
G							
H							

输出相同
次态满足

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 AG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×						
D	AF BD						
E	×						
F	√						
G	AF DG						
H							

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 AH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×						
D	AF BD						
E	×						
F	√						
G	AF DG						
H	×						

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BC

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD						
E	×						
F	√						
G	AF DG						
H	×						

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BD

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×					
E	×						
F	√						
G	AF DG						
H	×						

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BE

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×					
E	×	AF DF					
F	√						
G	AF DG						
H	×						

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×					
E	×	AF DF					
F	√	×					
G	AF DG						
H	×						

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×					
E	×	AF DF					
F	√	×					
G	AF DG	×					
H	×						

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 BH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×					
E	×	AF DF					
F	√	×					
G	AF DG	×					
H	×	AF BC					

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 CD

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF					
F	√	×					
G	AF DG	×					
H	×	AF BC					

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 CE

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF				
F	√	×					
G	AF DG	×					
H	×	AF BC					

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 CF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF				
F	√	×	×				
G	AF DG	×					
H	×	AF BC					

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 CG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF				
F	√	×	×				
G	AF DG	×	×				
H	×	AF BC					

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 CH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF				
F	√	×	×				
G	AF DG	×	×				
H	×	AF BC	BC				

输出相同

比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 DE

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×				
G	AF DG	×	×				
H	×	AF BC	BC				

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 DF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD			
G	AF DG	×	×				
H	×	AF BC	BC				

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 DG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD			
G	AF DG	×	×	AF BG			
H	×	AF BC	BC				

输出相同
比较次态

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 DH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD			
G	AF DG	×	×	AF BG			
H	×	AF BC	BC	×			

输出不同

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 EF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG			
H	×	AF BC	BC	×			

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 EG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×		
H	×	AF BC	BC	×			

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 EH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×		
H	×	AF BC	BC	×	BC DF		

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 FG

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 FH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(2) 进行顺序比较 GH

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

(3) 关联比较

隐含表中有三种状态结果：

① “×”表示状态不等效；

② “√” 表示状态等效；

③ 其他情况是需要进一步确定状态对是否等效。

只比了输出0or1

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

AD 等效取决于AF和BD

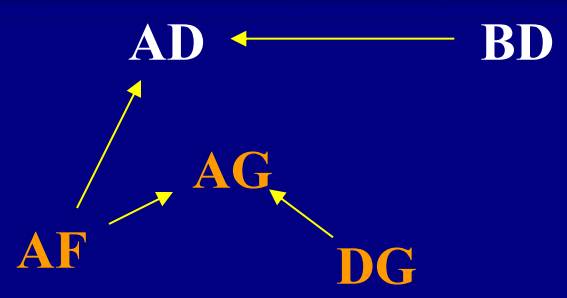
AD ← BD

AF

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

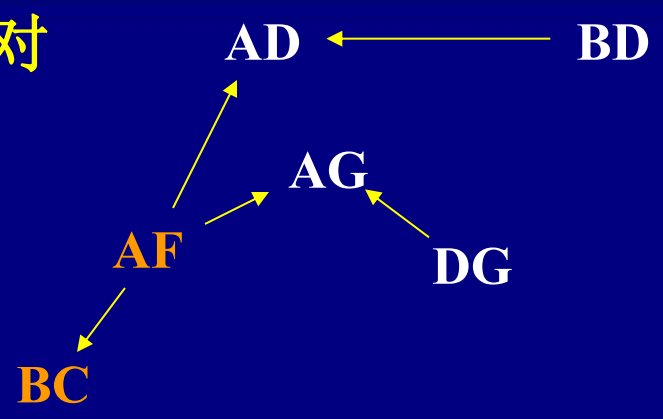
AG 等效取决于AF和DG



	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

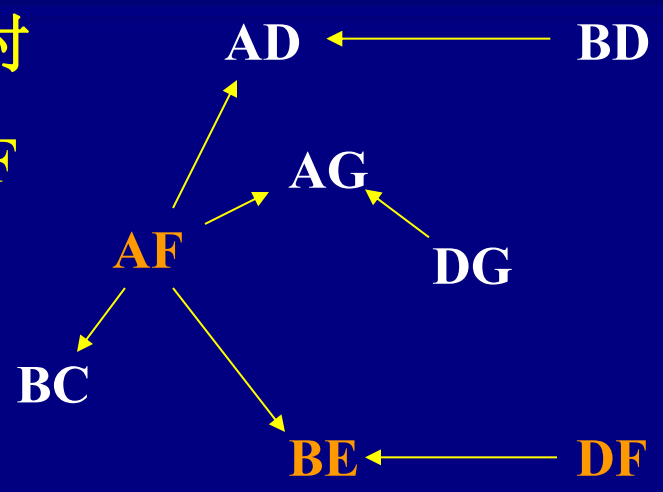
BC 等效取决于AF



	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

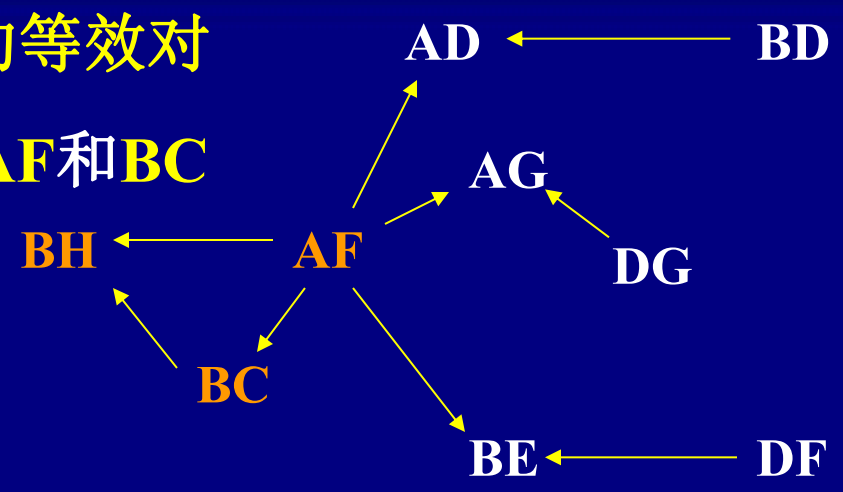
BE 等效取决于AF和DF



	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

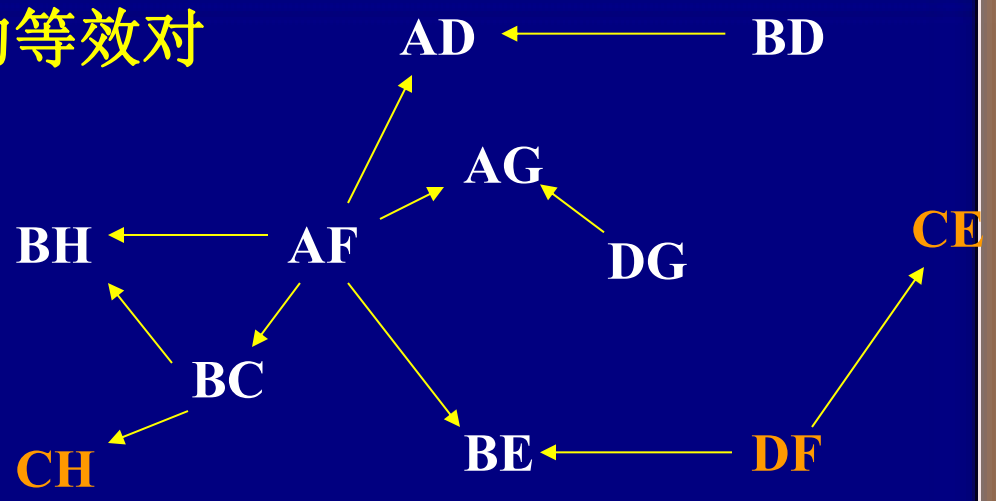
BH 等效取决于AF和BC



	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×

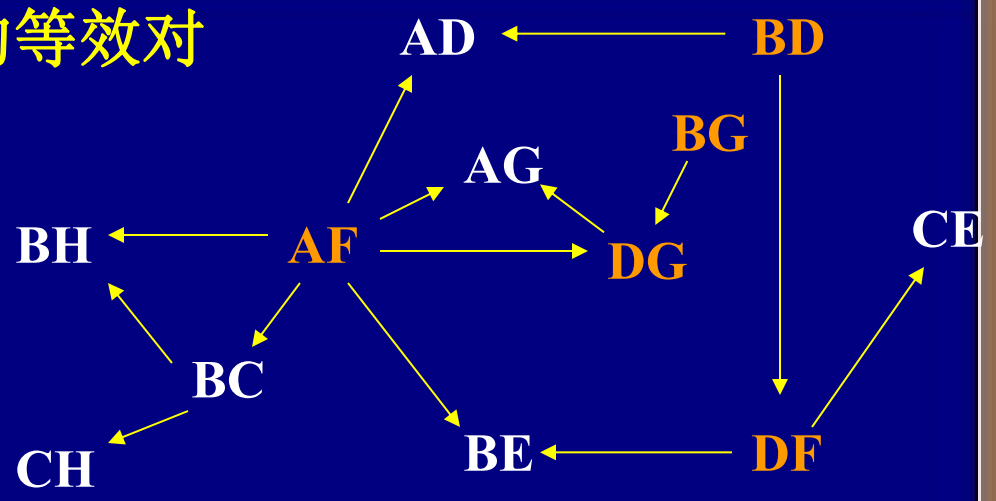
(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



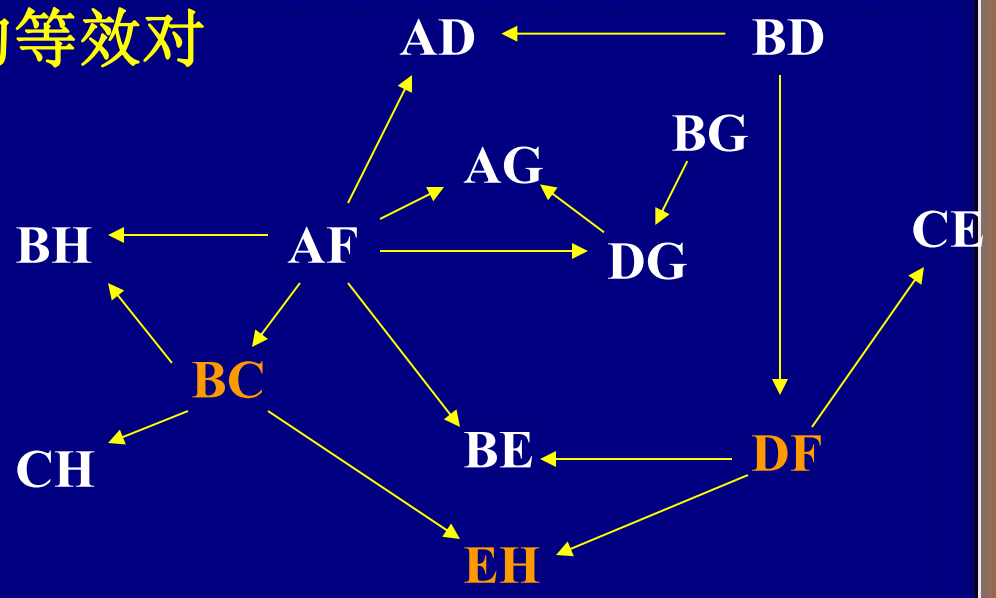
(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



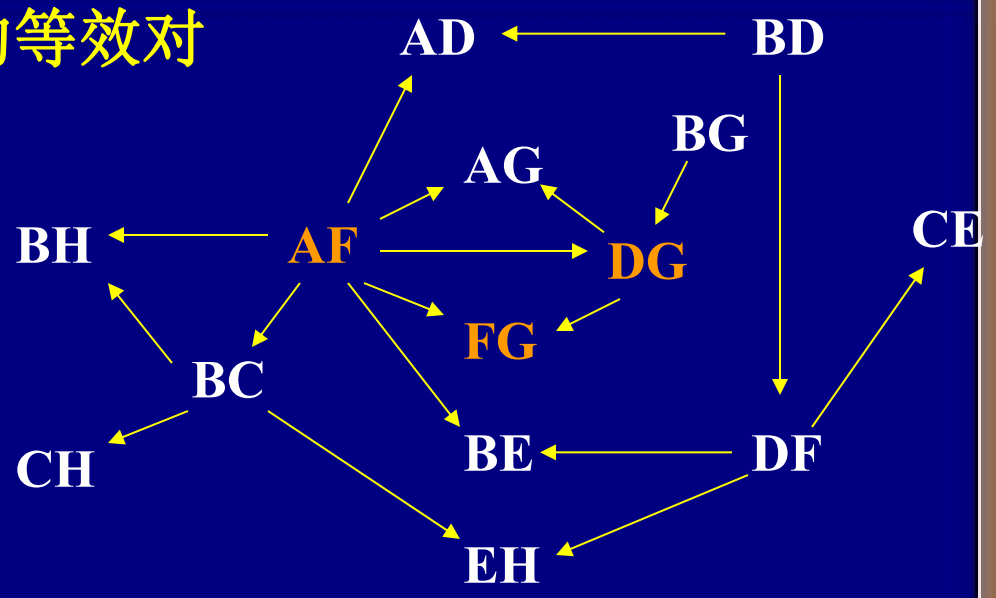
(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



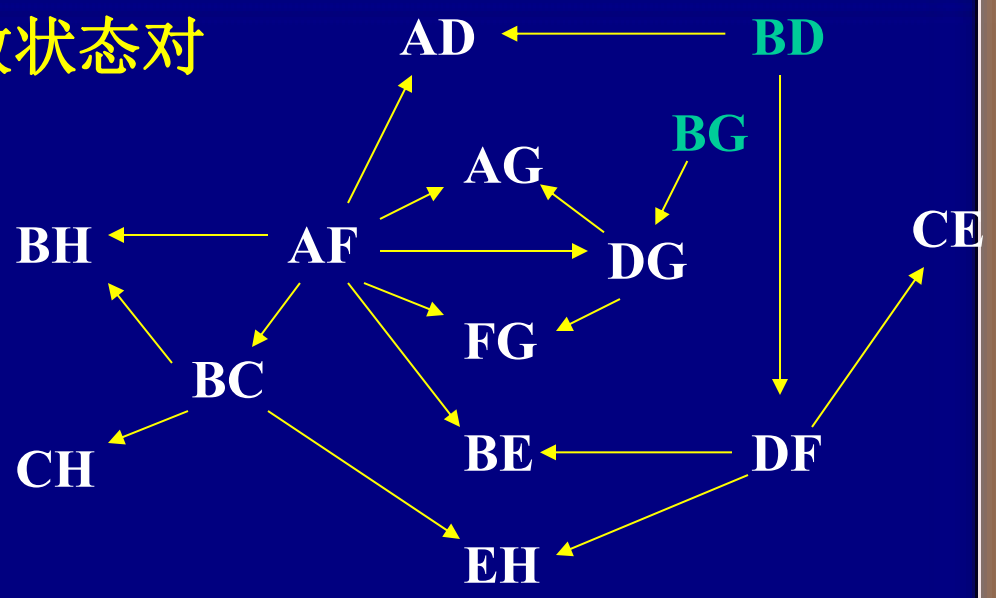
(3) 关联比较 ① 找出待定的等效对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



(3) 关联比较 ②确定不等效状态对

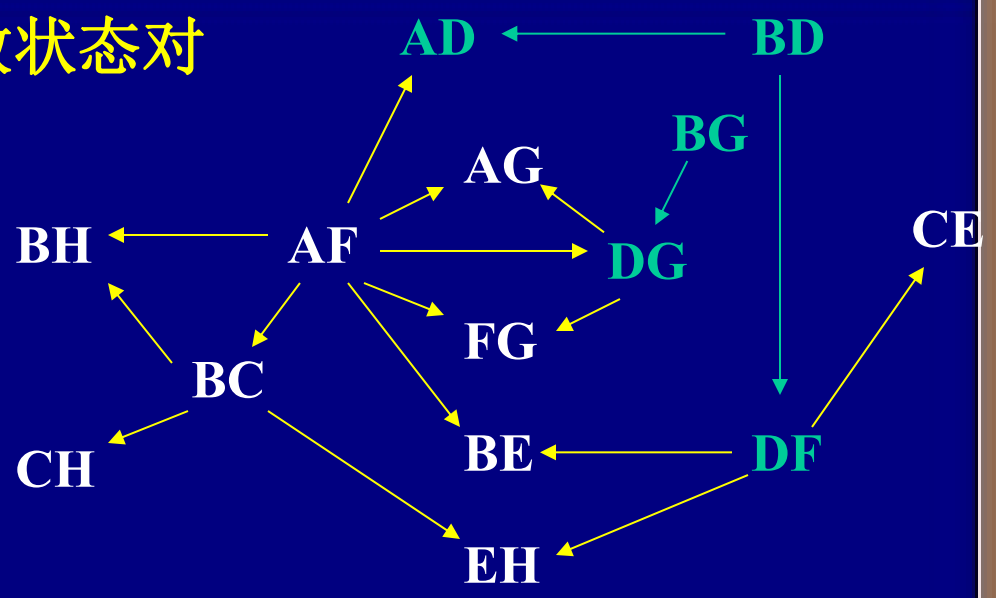
	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



BD , BG不等效

(3) 关联比较 ②确定不等效状态对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



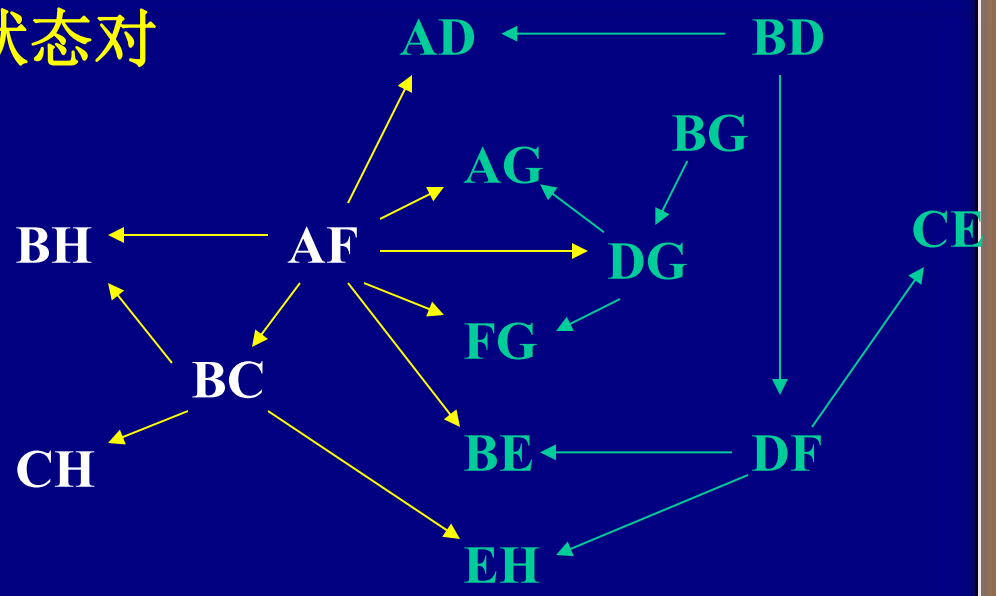
BD 不等效→AD,DF 不等效

BG 不等效→DG不等效

不推荐.
复杂.

(3) 关联比较 ②确定不等效状态对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



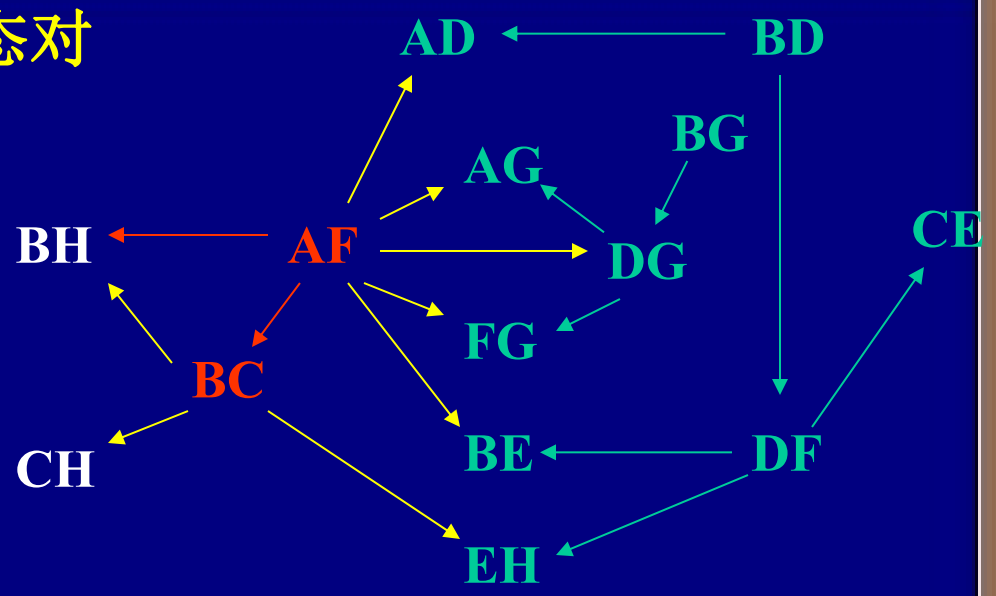
DG 不等效→AG,FG 不等效

DF 不等效→BE,EH,CE不等效

循环依赖

(3) 关联比较 ③确定等效状态对

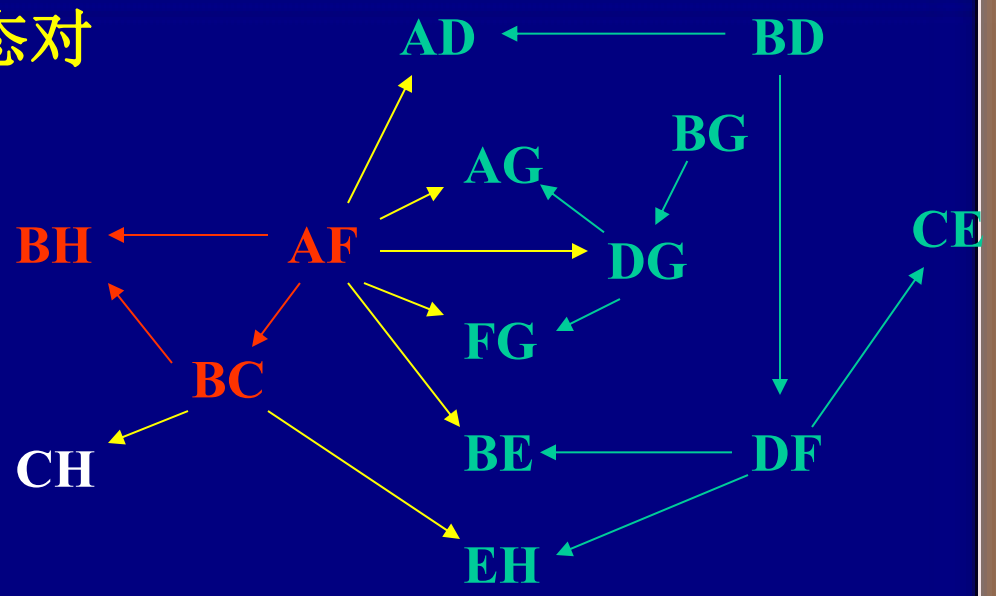
	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



AF 等效→BC 等效

(3) 关联比较 ③确定等效状态对

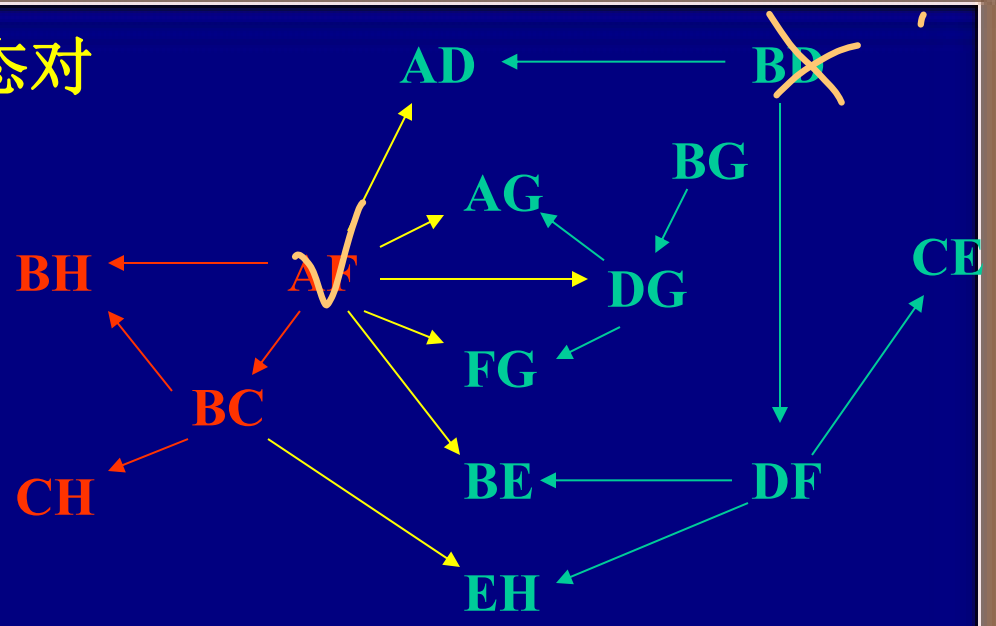
	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



AF,BC 等效→BH 等效

(3) 关联比较 ③确定等效状态对

	A	B	C	D	E	F	G
B	×						
C	×	AF					
D	AF BD	×	×				
E	×	AF DF	DF	×			
F	√	×	×	BD	×		
G	AF DG	×	×	AF BG	×	AF DG	
H	×	AF BC	BC	×	BC DF	×	×



BC 等效→CH 等效

(4) 列出最大等效类

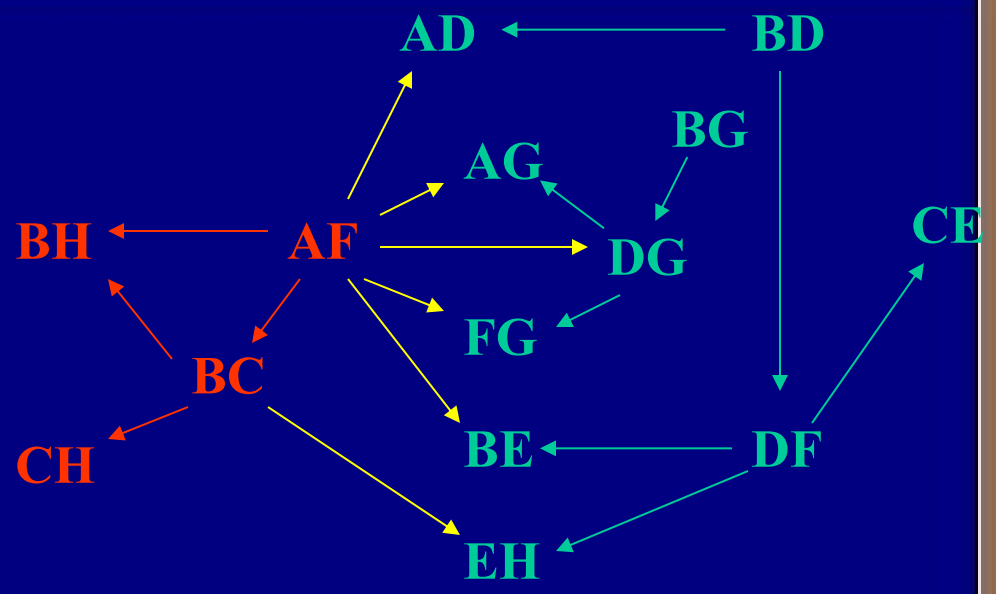
由关联比较得到如下

等效对：

合

(A,F)，(B,C)

(B,H)，(C,H)



又 (B,C)，(B,H)，(C,H) → (B,C,H)

因而得到两个最大等效类：(A,F) 和 (B,C,H)

重新命名状态名

没什么意义。

(A,F)	(B,C,H)	(D)	(E)	(G)
↓	↓	↓	↓	↓
A'	B'	C'	D'	E'

(5) 最小化状态表

y \ x	00	01	10	11
A'	C'/0	C'/0	A'/0	A'/0
B'				
C'				
D'				
E'				

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

y^{n+1}/z

(A,F) (B,C,H) (D) (E) (G)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

A' B' C' D' E'

(5) 最小化状态表

y \ x	00	01	10	11
A'	C'/0	C'/0	A'/0	A'/0
B'	B'/1	C'/0	D'/1	A'/0
C'				
D'				
E'				

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

y^{n+1}/z

(A,F) (B,C,H) (D) (E) (G)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

A' B' C' D' E'

(5) 最小化状态表

y \ x	00	01	10	11
A'	C'/0	C'/0	A'/0	A'/0
B'	B'/1	C'/0	D'/1	A'/0
C'	C'/0	B'/0	A'/0	A'/0
D'				
E'				

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

y^{n+1}/z

(A,F) (B,C,H) (D) (E) (G)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

A' B' C' D' E'

(5) 最小化状态表

y \ x	00	01	10	11
A'	C'/0	C'/0	A'/0	A'/0
B'	B'/1	C'/0	D'/1	A'/0
C'	C'/0	B'/0	A'/0	A'/0
D'	B'/1	A'/0	D'/1	A'/0
E'				

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

y^{n+1}/z

(A,F) (B,C,H) (D) (E) (G)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

A' B' C' D' E'

(5) 最小化状态表

y \ x	00	01	10	11
A'	C'/0	C'/0	A'/0	A'/0
B'	B'/1	C'/0	D'/1	A'/0
C'	C'/0	B'/0	A'/0	A'/0
D'	B'/1	A'/0	D'/1	A'/0
E'	E'/0	E'/0	A'/0	A'/0

y \ x	00	01	10	11
A	D/0	D/0	F/0	A/0
B	C/1	D/0	E/1	F/0
C	C/1	D/0	E/1	A/0
D	D/0	B/0	A/0	F/0
E	C/1	F/0	E/1	A/0
F	D/0	D/0	A/0	F/0
G	G/0	G/0	A/0	A/0
H	B/1	D/0	E/1	A/0

y^{n+1}/z

(A,F) (B,C,H) (D) (E) (G)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

A' B' C' D' E'

3.2.2.2.2 不完全给定同步时序电路状态表的化简

State Reduction in Incompletely Specified Circuits

复杂 d要确定.

1. 不完全给定*Incompletely Specified States*的概念

如图所示，次态或输出中包含有无关项(d)。

y \ x	0	1
A	A/0	D/d
B	A/0	D/0
C	A/0	D/1
D	A/0	C/1

2. 相容的概念

(1) 状态相容 *State Compatibility*

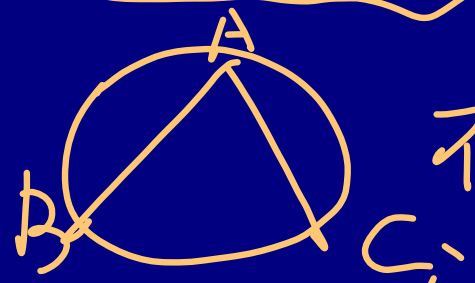
设： S_1 和 S_2 是不完全给定时序电路 M_1 和 M_2 (M_1 和 M_2可以是同一个电路)的两个状态，作为初态同时加入预定的允许输入序列(除最后一个次态外，其他次态都是确定的)，所产生的输出序列一致(认为确定的输出与对应的不确定输出相同)，则状态 S_1 和 S_2 是相容的，称 S_1和 S_2 是相容对。

记为： (S_1, S_2)。

y \ x	0	1
A	A/0	D/d
B	A/0	D/0
C	A/0	D/1
D	A/0	C/1

(2) 状态相容无传递性

如左图中，(A，B)、(A，C)相容，但(B ,C)不相容

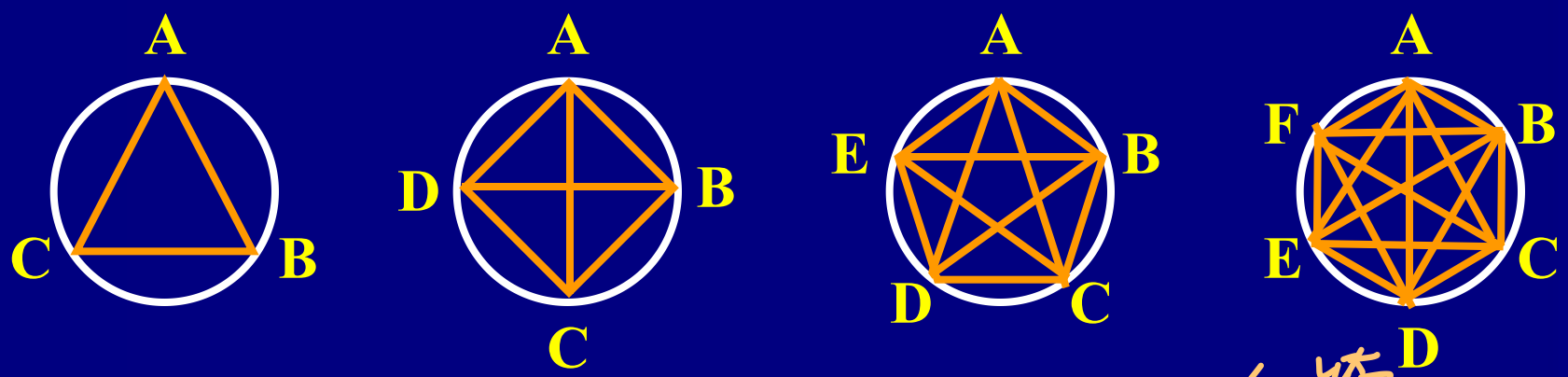


不相容类

y \ x	0	1
A	A/0	D/d
B	A/0	D/0
C	A/0	D/1
D	A/0	C/1

(3) 相容类

两两相容的状态的集合称为相容类。



(4) 最大相容类 *Maximal Compatibles*

不能被其他相容类所包含的相容类。

化简
不是找这个

相容对的判别标准:

条件一：它们的输出相同；

条件二：它们的次态必须满足下列情况之一:

① 次态相同

② 次态交错

③ 次态维持

④ 后续状态等效

⑤ 次态循环

注意：一方给定,一方不给定的次态均当作相同。

例 化简不完全给定状态表。

y \ x	0	1
A	A/0	D/d
B	A/0	D/0
C	A/0	D/1
D	A/0	C/1

y^{n+1}/z

右表中的**相容对**为:

(A,B)，(A,C)，(A,D)，(C, D)

CD. 也一样

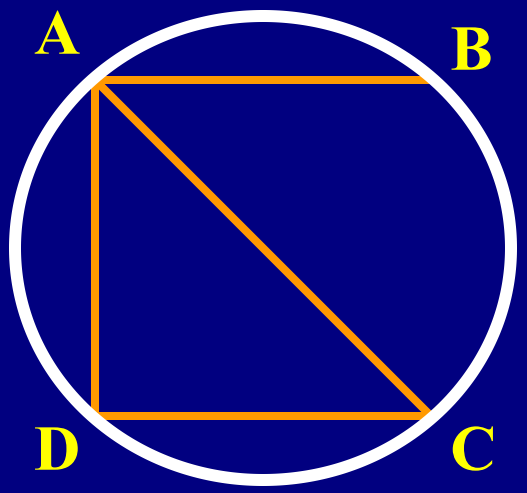
两两相容对

状态合并图*Merger Diagrams*

将所有相容对填入合并图，

可以得到两个最大相容类为:

(A,B)，(A,C,D)



3. 最小化状态表 *Reduced State Table*

不考简单

(1) 覆盖性 Coverd：能包含全部的原始状态。

(2) 闭合性 Closure：任一个相容类的次态应属于该集内的一个相容类。

(3) 最小化：选择满足“覆盖”和“闭合”的相容类且数目最少。

4. 不完全给定状态表的化简过程

(1) 利用隐含表寻找相容对

(2) 用合并图确定最大相容类

(3) 采用覆盖闭合表进行相容类集的选择，建立最小化状态表

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B				
C				
D				
E				

5->4. 173一个触发器

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

AC同就√

B	AC			
C				
D				
E				
	A	B	C	D

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

B	AC			
C	AD			
D				
E				
	A	B	C	D

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

B	AC			
C	AD			
D	√			
E				
	A	B	C	D

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

B	AC			
C	AD			
D	√			
E	√			
	A	B	C	D

首选：输出

次选：d/字母形式.

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

B	AC			
C	AD	×		
D	√			
E	√			
	A	B	C	D

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	AC			
C	AD	×		
D	√	√		
E	√			

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	AC			
C	AD	×		
D	√	√		
E	√	×		

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	AC			
C	AD	×		
D	√	√	√	
E	√	×		

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	AC			
C	AD	×		
D	√	√	√	
E	√	×	AD	

例1 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	AC			
C	AD	×		
D	√	√	√	
E	√	×	AD	BC

例1 化简如图所示的原始状态表。

对较容易的，直接画

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

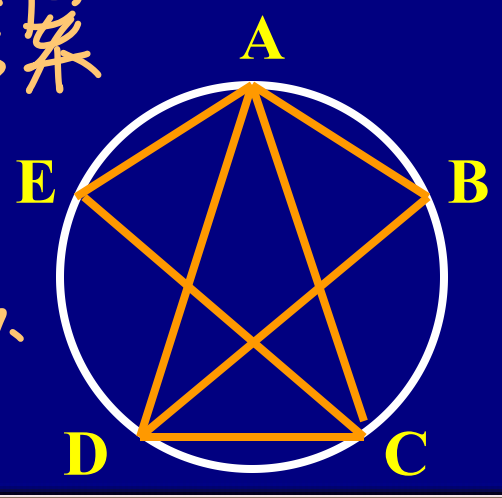
y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	~~A~~C √			
C	~~A~~D √	×		
D	√	√	√	
E	√	×	~~A~~D √	~~B~~C ×

图解

(1) 利用隐含表寻找相容对：唯一答案

(A,B),(A,C),(A,D),(A,E),(B,D),(C,D),(C,E)



(2) 用合并图确定最大相容类：都吗、唯一3个

(A,B,D),(A,C,D),(A,C,E)

(3) 作出最小化状态表：

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABD	A	B		D		AC	B
ACD	A		C	D		AD	B
ACE	A		C		E	AD	C

覆盖闭合表

选择最小化：

(ABD) ↓ A'

(ACE) ↓ B'

代换

(2) 用合并图确定最大相容类：

(A,B,D),(A,C,D),(A,C,E)

(3) 作出最小化状态表：

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABD	A	B		D		AC	B
ACD	A		C	D		AD	B
ACE	A		C		E	AD	C

覆盖闭合表

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	B'/1	A'/0
B'		

y^{n+1}/z

正好覆盖5个点、

选择最小化：

(ABD) ↓ A'

(ACE) ↓ B'

(3) 作出最小化状态表：

y \ x	0	1
A	A/d	d/d
B	C/1	B/0
C	D/0	d/1
D	d/d	B/d
E	A/0	C/1

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABD	A	B		D		AC	B
ACD	A		C	D		AD	B
ACE	A		C		E	AD	C

覆盖闭合表

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	B'/1	A'/0
B'	A'/0	B'/1

y^{n+1}/z

选择最小化：

(ABD) → A'

(ACE) → B'

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C				
D				
E				
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB			
D				
E				
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB			
D	AC CD			
E				
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB			
D	AC CD			
E	AB CD			
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD			
E	AB CD			

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE		
E	AB CD			
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE		
E	AB CD	×		
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×		

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	
	A	B	C	D

例2 化简如图所示的原始状态表。

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC ~~CE~~	BC	
E	AB CD	×	×	BC

如果2个d.见1认为是一样的
0与d.认为不是一样的

例2 化简如图所示的原始状态表。

AB

↑

DE

B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

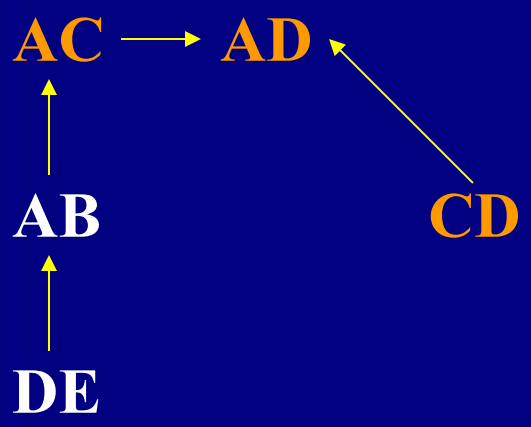
例2 化简如图所示的原始状态表。

AC
↑
AB
↑
DE

如果相容对无明显，只能从 X 与黑找

	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC

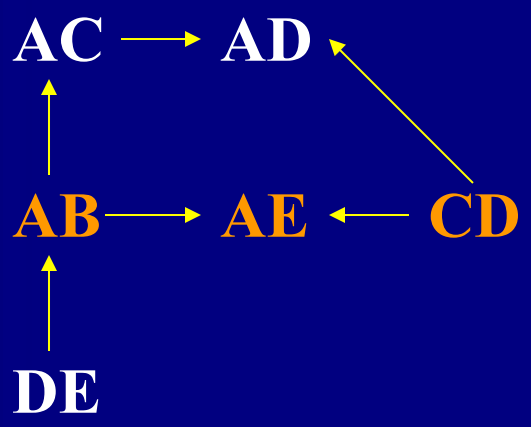
例2 化简如图所示的原始状态表。



B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

数字逻辑电路

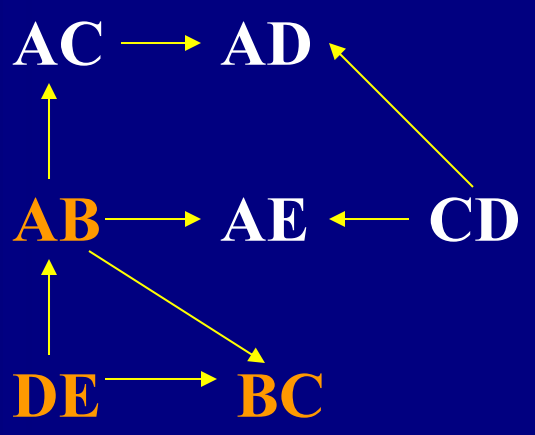
例2 化简如图所示的原始状态表。



B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

数字逻辑电路

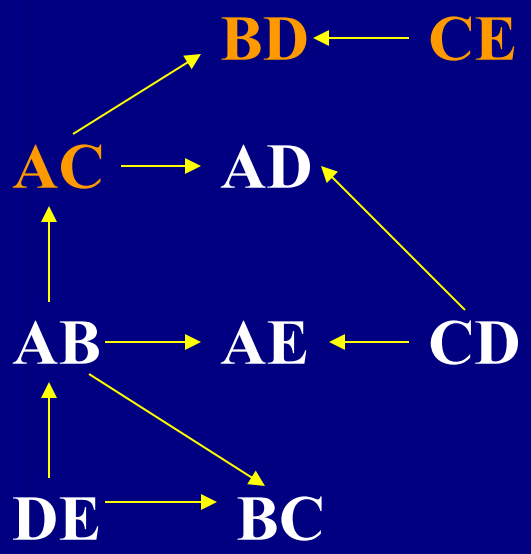
例2 化简如图所示的原始状态表。



B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

数字逻辑电路

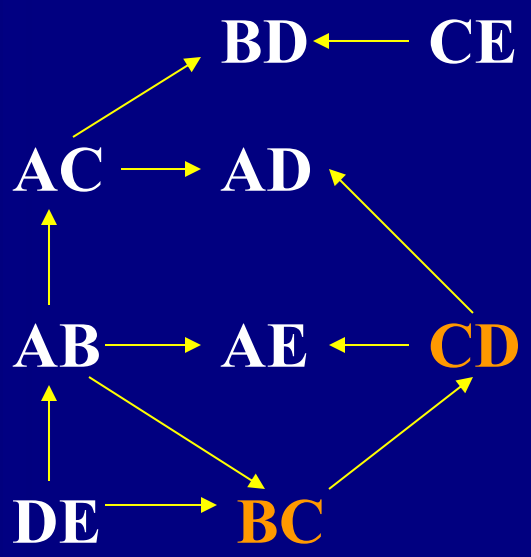
例2 化简如图所示的原始状态表。



B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

数字逻辑电路

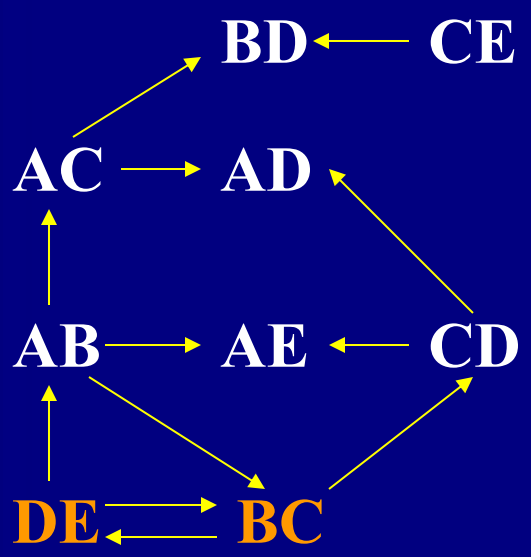
例2 化简如图所示的原始状态表。



	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC

数字逻辑电路

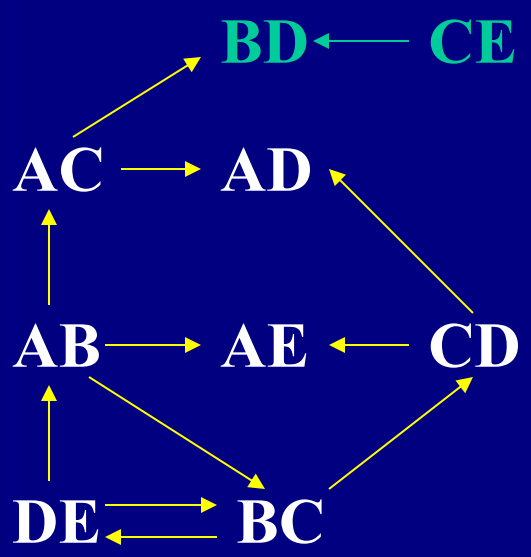
例2 化简如图所示的原始状态表。



B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC
	A	B	C	D

数字逻辑电路

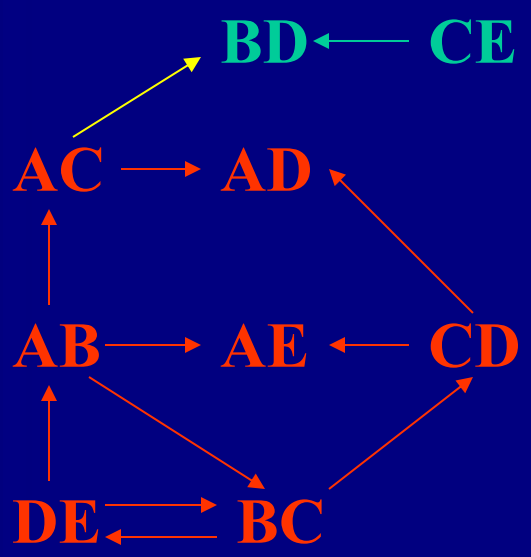
例2 化简如图所示的原始状态表。



	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC

数字逻辑电路

例2 化简如图所示的原始状态表。

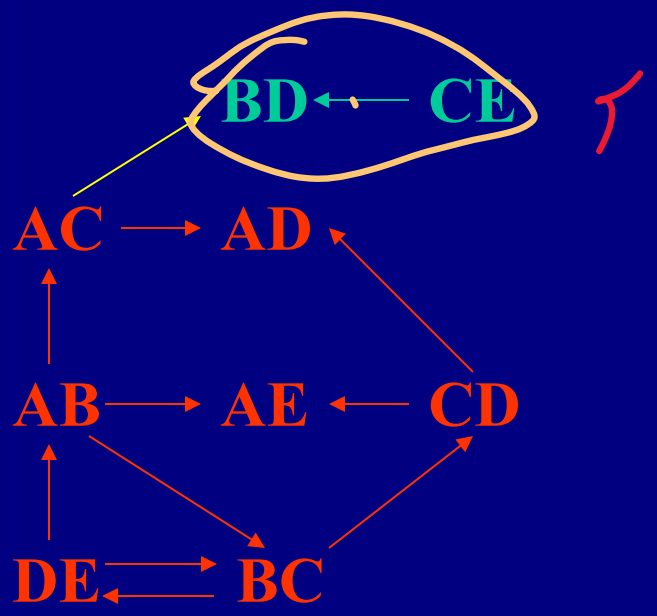


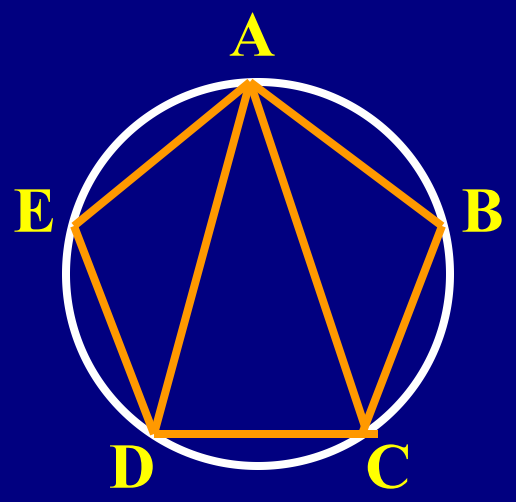
	A	B	C	D
B	DE			
C	AB	AB DE		
D	AC CD	AC CE	BC	
E	AB CD	×	×	BC

相容

传递闭包
⇒

例2 化简如图所示的原始状态表。





(1) 利用隐含表找出相容对：

(A,B),(A,C),(A,D),(A,E),(B,C),(C,D),(D,E)

(2) 用合并图确定最大相容类：

(A,B,C),(A,C,D),(A,D,E)

相互

(3) 作出最小化状态表一

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABC	A	B	C			DE	AB
ACD	A		C	D		CD	ABC
ADE	A			D	E	CD	ABC

覆盖闭合表一

选择最小化：

(ABC) (ACD) (ADE)

↓ ↓ ↓

A' B' C'

(2) 用合并图确定最大相容类：

(A,B,C),(A,C,D),(A,D,E)

(3) 作出最小化状态表一

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	C'/0	A'/1
B'		
C'		

y^{n+1}/z

选择最小化：

(ABC) (ACD) (ADE)

↓ ↓ ↓

A' B' C'

(3) 作出最小化状态表一

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	C'/0	A'/1
B'	B'/0	A'/1
C'		

y^{n+1}/z

选择最小化：

(ABC) (ACD) (ADE)

↓ ↓ ↓

A' B' C'

(3) 作出最小化状态表一

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	C'/0	A'/1
B'	B'/0	A'/1
C'	B'/1	A'/d

y^{n+1}/z

选择最小化：

(ABC) (ACD) (ADE)

↓ ↓ ↓

A' B' C'

(3) 作出最小化状态表二

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABC	A	B	C			DE	AB
ACD	A		C	D		CD	ABC
DE				D	E	C	BC

覆盖闭合表二

选择最小化：

(ABC) (DE)

↓ ↓

A' B'

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	B'/0	A'/1
B'		

y^{n+1}/z

(3) 作出最小化状态表二

y \ x	0	1
A	D/d	A/d
B	E/0	A/d
C	D/0	B/1
D	C/d	C/d
E	C/1	B/d

y^{n+1}/z

相容类	覆盖					闭合	
	A	B	C	D	E	X = 0	X = 1
ABC	A	B	C			DE	AB
ACD	A		C	D		CD	ABC
DE				D	E	C	BC

覆盖闭合表二

选择最小化：

(ABC) (DE)

↓ ↓

A' B'

最小化状态表

y \ x	0	1
A'	B'/0	A'/1
B'	A'/1	A'/d

y^{n+1}/z

复杂!!!!!!!!!!步骤固定!

- 总结状态化简 隔几年有
  - 化简的目 的
  - 完全给定电 路的状态化简
    - 寻求最大等效类——等效的概念(输出 + 次态)
    - 方法: 判断等效(用隐含表)
      得到最大等效类(用等效的传递性)
  - 不完全给定电 路的状态化简
    - 寻求合适的相容类——相容的概念(输出 + 次态)
    - 方法: 判断相容(用隐含表)
      得到最大相容类(用合并图)
      选择最小化设计的合适的相容类(用覆盖闭合表)

作业

3.2.2.3 状态分配 *State Assignment*

状态分配就是给最小化状态表中的每个字母状态指定一个二进制代码来表示，又称为状态编码。

状态分配将影响到所设计的同步时序电路的复杂程度和使用器件的多少。

3.2.2.3.1 状态编码的一般问题

A' B'
00 01

1. 状态个数和触发器个数的关系

设状态个数为 n，触发器个数为K，则 n、K 之间应满足下列关系：

$$2^K \geq n > 2^{K-1} \quad 或 \quad K = [\log_2 n]$$

可以使用些发器

式中：$[\log_2 n]$ 为不小于$\log_2 n$ 的最小整数。

2. 选择状态分配方案

扣点分

→影响激励

例 某时序电路的状态表。

S \ x_1x_2	00	01	11	10
A	A	B	D	C
B	C	D	B	A
C	B	A	C	D
D	D	C	A	B

状态表

方案1的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	01	11	10
B 01	10	11	01	00
D 11	11	10	00	01
C 10	01	00	10	11

$y_1^{n+1}\ y_2^{n+1}$

简单2图

两种状态分配方案的比较：

y_2 \ y_1	0	1
0	A	C
1	B	D

方案1

y_2 \ y_1	0	1
0	A	B
1	D	C

方案2

方案2的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	10	01	11
D 01	01	11	00	10
C 11	10	00	11	01
B 10	11	01	10	00

$y_1^{n+1}\ y_2^{n+1}$

2. 选择状态分配方案

若选择D触发器：

方案1的激励函数表达式

$$D_1 = \bar{x}_1 y_2 + x_1 \bar{y}_2 = x_1 \oplus y_2$$

24种

y_1y_2 \ x_1x_2			
0	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	1

D_1

方案1的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2		00	01	11	10
A	00	00	01	11	10
B	01	10	11	01	00
D	11	11	10	00	01
C	10	01	00	10	11

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

方案2的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2		00	01	11	10
A	00	00	10	01	11
D	01	01	11	00	10
C	11	10	00	11	01
B	10	11	01	10	00

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

2. 选择状态分配方案

若选择D触发器：

方案1的激励函数表达式

$$D_1 = \overline{x}_1 y_2 + x_1 \overline{y}_2 = x_1 \oplus y_2$$

$$D_2 = \overline{x}_2 y_1 + x_2 \overline{y}_1 = x_2 \oplus y_1$$

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
0	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	0	
0	0	1	1	

D_1

0	1	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	0	1

D_2

方案1的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	01	11	10
B 01	10	11	01	00
D 11	11	10	00	01
C 10	01	00	10	11

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

方案2的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	10	01	11
D 01	01	11	00	10
C 11	10	00	11	01
B 10	11	01	10	00

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

2. 选择状态分配方案

若选择D触发器：

方案1的激励函数表达式

$$D_1 = \overline{x}_1 y_2 + x_1 \overline{y}_2 = x_1 \oplus y_2$$

$$D_2 = \overline{x}_2 y_1 + x_2 \overline{y}_1 = x_2 \oplus y_1$$

y_1y_2 \ x_1x_2			
0	1	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	0	1	0

D_1

方案2的激励函数表达式

$$D_1 = \overline{x}_1 \overline{x}_2 y_1 + \overline{x}_1 x_2 \overline{y}_1 + x_1 \overline{x}_2 \overline{y}_1 + x_1 x_2 y_1$$

$$= x_1 \oplus x_2 \oplus y_1$$

方案2的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	10	01	11
D 01	01	11	00	10
C 11	10	00	11	01
B 10	11	01	10	00

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

2. 选择状态分配方案

若选择D触发器：

方案1的激励函数表达式

$$D_1 = \overline{x}_1 y_2 + x_1 \overline{y}_2 = x_1 \oplus y_2$$

$$D_2 = \overline{x}_2 y_1 + x_2 \overline{y}_1 = x_2 \oplus y_1$$

y_1y_2 \ x_1x_2			
0	1	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	0	1	0

D_1

0	0	1	1
1	1	0	0
0	0	1	1
1	1	0	0

D_2

方案2的激励函数表达式

$$D_1 = \overline{x}_1\overline{x}_2 y_1 + \overline{x}_1 x_2 \overline{y}_1 + x_1\overline{x}_2\overline{y}_1 + x_1 x_2 y_1$$

$$= x_1 \oplus x_2 \oplus y_1$$

$$D_2 = \overline{x}_1\overline{y}_1 y_2 + \overline{x}_1 y_1 \overline{y}_2 + x_1\overline{y}_1\overline{y}_2 + x_1 y_1 y_2$$

$$= x_1 \oplus y_1 \oplus y_2$$

方案2的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	10	01	11
D 01	01	11	00	10
C 11	10	00	11	01
B 10	11	01	10	00

$y_1^{n+1} y_2^{n+1}$

状态分配方案总数

Total Number of State Assibnment

如果触发器个数为 K，则每一状态的二进制码的位数为K，K个变量有 2^K 种组合，用2^K种组合来对 n个状态进行分配时就有 N_A种分配方案：

$$N_A = \frac{2^K!}{(2^K - n)!}$$

在上式中，当 K = 3 ，n = 5， 则 N_A = 3720 (方案)

又如上例中，K = 2 ，n = 4， N_A = 24 (方案)

具体如下页所示。

24种方案

n = 4, K = 2 全部状态分配方案

A,B,C,D 取 00 01 11 10 的什么？电路

	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第一组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	01	11	00	10	10	11	00	01
	C	11	01	10	00	11	10	01	00
	D	10	00	11	01	01	00	11	10
	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第二组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	11	01	10	00	11	10	01	00
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	10	00	11	01	01	00	11	10
	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第三组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状态变量		$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

卡诺

电路设计一模一样

最熟悉、

n = 4, K = 2 全部状态分配方案

	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第一组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	01	11	00				00	01
	C	11	01	10				01	00
	D	10	00	11				11	10
第二组	方案	1	2	3				7	8
	A	00	10	01				10	11
	B	11	01	10				01	00
	C	01	11	00				00	01
	D	10	00	11				11	10
第三组	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态	变 量	$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

上例中的方案1 对应着表中第三组的方案5

y_1 \ y_0	0	1
0	A	C
1	B	D

方案1

n = 4, K = 2 全部状态分配方案

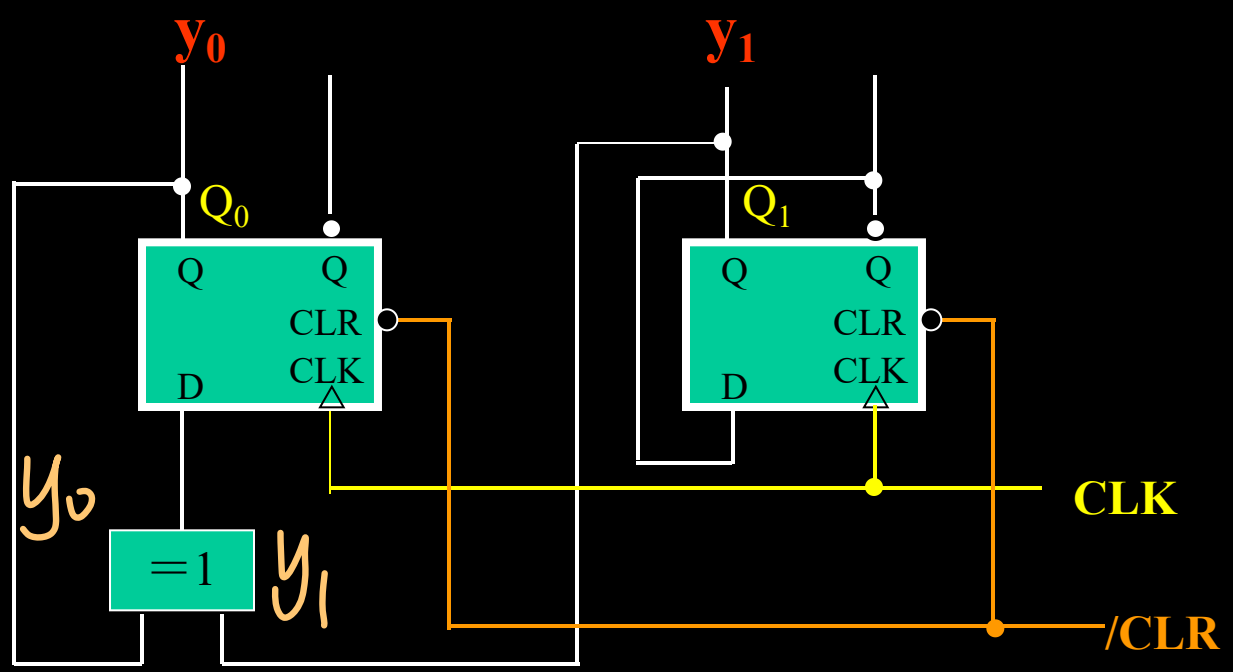
	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第一组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	01	11	00	10	10	11	00	01
	C	11	01	10	00	11	10	01	00
	D	10	00	11	01	01	00	11	10
第二组	方案	1	2	3				7	8
	A	00	10	01				10	11
	B	11	01	10				01	00
	C	01	11	00				00	01
	D	10	00	11				11	10
第三组	方案	1	2	3				7	8
	A	00	10	01				10	11
	B	10	00	11				11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态	变 量	$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

上例中的方案2 对应着表中第一组的方案5

y_1 \ y_0	0	1
0	A	B
1	D	C

方案2

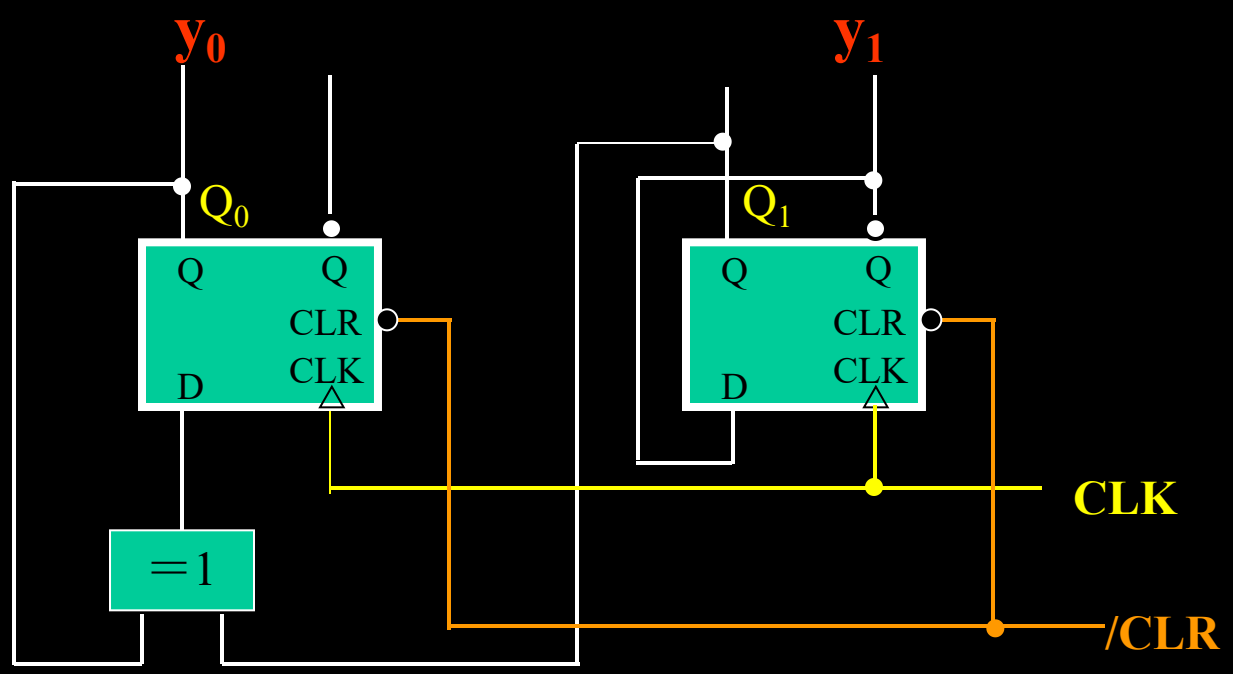
二进制加1 计数器：取第三组方案5、1



	方案								
第一组	A								
	B								
	C								
	D								
第二组	方案								
	A								
	B								
	C								
	D								
第三组	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态 变 量		$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

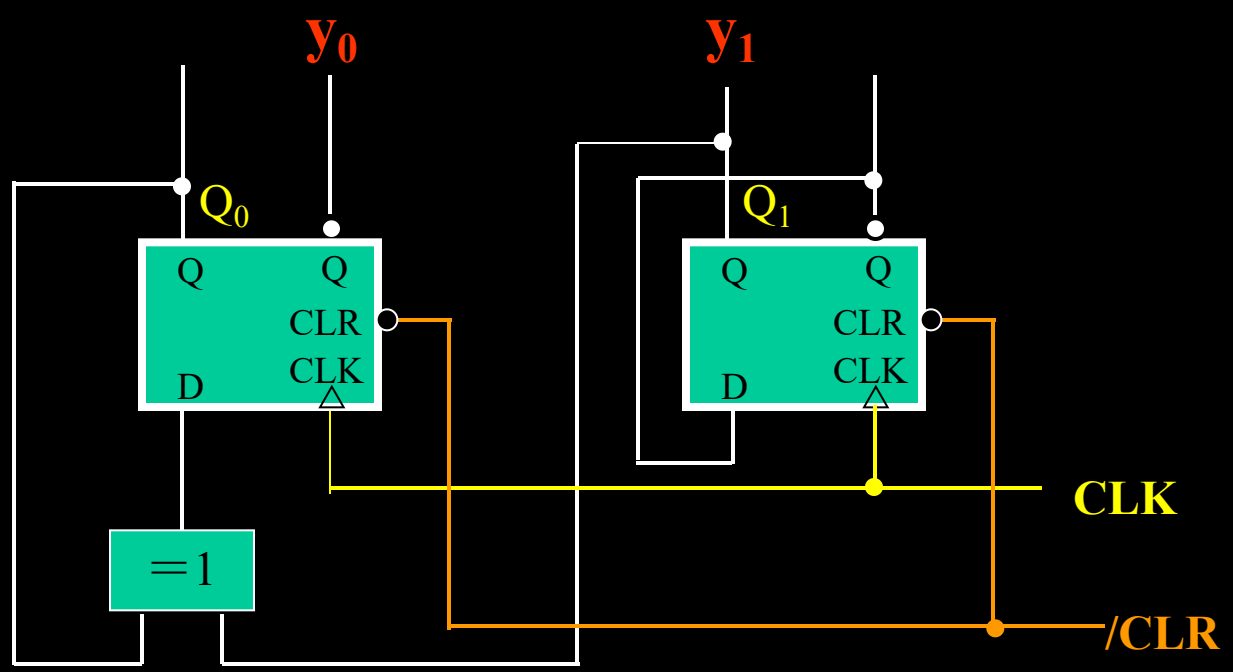
二进制加1 计数器：还有第三组方案6、2

仅改变输出引端，电路不变



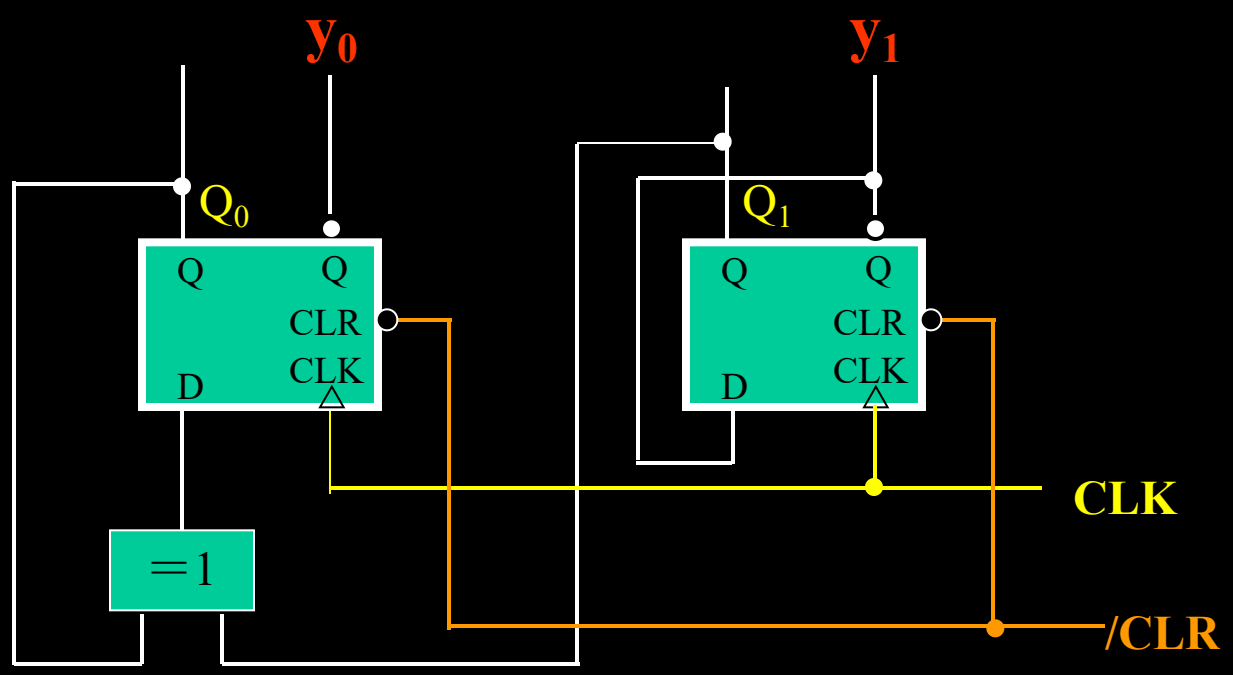
	方案								
第一组	A								
	B								
	C								
	D								
第二组	方案								
	A								
	B								
	C								
	D								
第三组	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态 变 量		$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

二进制加1 计数器：还有第三组方案7、3



	方案								
第一组	A								
	B								
	C								
	D								
第二组	方案								
	A								
	B								
	C								
	D								
第三组	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态 变 量		$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

二进制加1 计数器：还有第三组方案8、4



结论：每组内的 **8 种方案不是彼此独立**的，为**同一电路**，输出可以从一种导出另一种。

	方案								
第一组	A								
	B								
	C								
	D								
第二组	方案								
	A								
	B								
	C								
	D								
第三组	方案								
	A								
	B	10	00	11	01	01	00	11	10
	C	01	11	00	10	10	11	00	01
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状 态	变 量	$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

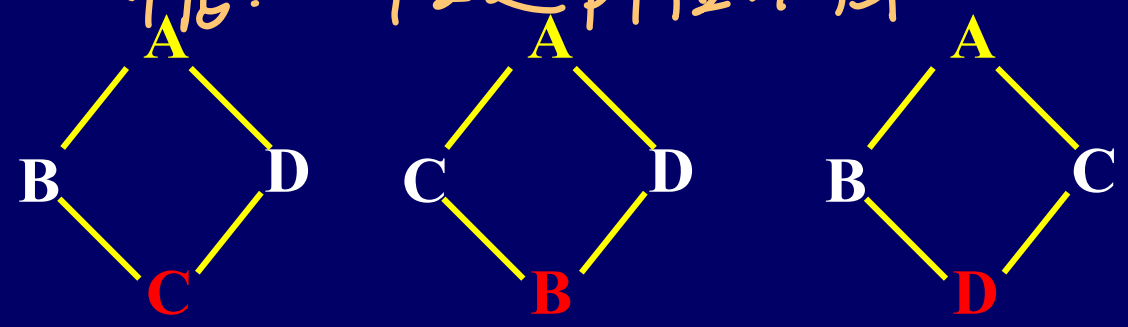
n = 4, K = 2 全部状态分配方案

	方案	1	2	3	4	5	6	7	8
第一组	A	00	10	01	11	00	01	10	11
	B	01							
	C	11							
	D	10							
第二组	方案	1							
	A	00							
	B	11							
	C	01							
	D	10							
第三组	方案	1							
	A	00							
	B	10							
	C	01							
	D	11	01	10	00	11	10	01	00
状态变量		$y_1 y_0$	$\overline{y_1} y_0$	$y_1 \overline{y_0}$	$\overline{y_1}\,\overline{y_0}$	$y_0 y_1$	$y_0 \overline{y_1}$	$\overline{y_0} y_1$	$\overline{y_0}\,\overline{y_1}$

实际上，24种方案仅有 3 种分配方案是完全独立的，即表中的三个大组，每一大组对应着一个电路设计。它们的主要差别表现在：

A 分别与 C、 B、 D 状态相对

邻居：一个2进制位不同



第一组　　第二组　　第三组

真正独立的状态分配方案总数
Unique State Assibnment

如果触发器个数为 K，有 2^K 种二进制组合，用来对 n 个状态进行分配时就有 N种独立的分配方案：

$$N = \frac{(2^K - 1)!}{(2^K - n)!\ K!}$$

状态分配数 *Number of State Assignments*

n	K	N_A	N
2	1	2	1
3	2	24	3
4	2	24	3
5	3	6720	140
6	3	20160	420

n	K	N_A	N
7	3	40320	840
8	3	40320	840
9	4	4.15×10^9	10810800
10	4	2.91×10^{10}	75675600

3.2.2.3.2 相邻状态分配法 *State Assignment Rules*

目的：寻找次佳状态分配 不占太多分，有思想

(不是最佳状态分配 *Optimal State Assigment*)

思路：尽可能使次态和输出函数在卡诺图上“1”单元的分布为相邻，以便形成较大的卡诺圈，从而得到最简的次态和输出函数表达式。

更多1靠一起

方案1的二进制状态表

y_1y_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
A 00	00	01	11	10
B 01	10	11	01	00
D 11	11	10	00	01
C 10	01	00	10	11

$y_1^{n+1}\ y_2^{n+1}$

次态的 1 靠拢，控制函数的 1 就靠拢

y_1y_2 \ x_1x_2

0	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	1

D_1

0	1	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	0	1

D_2

3.2.2.3.2 相邻状态分配法 *State Assignment Rules*

方法：第一步

由如下三个主要规则找出状态之间的相邻关系：

规则 I ：在相同输入条件下，次态相同，现态相邻。

规则 II ：在相邻的输入条件下，同一现态，次态相邻。

规则III：输出完全相同，现态相邻。

第二步

给各状态分配二进制编码的步骤如下：

1、找出状态表中出现最多的次态 S_i^{n+1} 所对应的现态 S_i，并令 S_i 的二进制编码全为 0。

2、按第一步已确定出的状态相邻关系给其它状态分配二进制编码。

相邻状态分配法的改善效果计算：

规则I：在相同输入条件下，次态相同，现态相邻。

采用规则 I，可以改善次态函数卡诺图上列向 1单元(或 0单元)的相邻情况。

在有 K个变量(触发器)的情况下，如果满足规则 I 一次，则可保证 K个次态函数卡诺图中各有一对 1 单元(或 0 单元)列向相邻。

若满足 *R* 次意味着可保证次态函数卡诺图上有K×*R* 对“1” 或 “0” 相邻，记为：

改善效果 I = K ×*R*

3次

(3个触)

$y_1y_2y_3$ \ x_1x_2	00	01	11	10
A 000	001 /1	100 /0	010 /0	011 /1
D 001	001 /1	001 /0	000 /0	000 /1
C 011	010 /0	001 /0	000 /0	011 /1
B 010	011 /0	011 /1	001 /0	010 /0
E 100	011 /1	001 /1	010 /0	100 /0

规则II：在相邻的输入条件下，同一现态，次态相邻。

采用规则 II ，可以改善次态函数卡诺图上行向 1单元(或 0 单元)的相邻情况。

在有 K个变量(触发器)的情况下，如果满足规则 II 一次，则可保证 (K－1) 个次态函数卡诺图中各有一对 1 单元(或 0 单元)行向相邻。

若满足 *m* 次意味着可保证次态函数卡诺图上有(K －1) ×*m* 对 “1”或 “0”相邻，记为：

改善效果 II = (K －1) ×*m*

2.

一位不同.

$y_1y_2y_3$ \ x_1x_2	00	01	11	10
A 000	001 /1	010 /0	010 /0	011 /1
D 001	001 /1	001 /0	000 /0	000 /1
C 011	010 /0	001 /0	000 /0	011 /1
B 010	011 /0	011 /1	001 /0	010 /0
E 100	011 /1	001 /1	010 /0	100 /0

规则III：输出完全相同，现态相邻。

采用规则 III ，可以改善输出函数卡诺图上列向 1单元(或0单元)的相邻情况。

在有 p 个输入组合、q 个输出的情况下，如果满足规则 III 一次，则可保证 q 个输出函数卡诺图中各有 p 对 1 单元(或 0 单元)列向相邻。

若满足 l 次意味着可保证输出函数卡诺图上有$(p \times q) \times l$ 对“1”或“0”相邻，记为：

改善效果 III = $(p \times q) \times l$

$y_1y_2y_3$ \ x_1x_2	00	01	11	10
A 000	001 /1	100 /0	010 /0	011 /1
D 001	001 /1	001 /0	000 /0	000 /1
C 011	010 /0	001 /0	000 /0	011 /1
B 010	011 /0	011 /1	001 /0	010 /0
E 100	011 /1	001 /1	010 /0	100 /0

满足状态 S_1、S_2 相邻要求的总改善效果为：

$$E_{S1S2} = \text{改善效果 I} + \text{改善效果 II} + \text{改善效果 III}$$

$$= K \times R + (K-1) \times m + (p \times q) \times l$$

值最高用值

例1 完成如图所示状态表的状态分配。

→ 同现态，CD靠一起

y \ x	0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/0	B/1

状态表中有4个状态，则状态变量数 $K = 2$ ($y = y_1 y_0$)；输入组合数 $p = 2$；输出组合数 $q = 1$。则状态对相邻要求的总改善效果为：

C、C靠一起

$$E_{S1S2} = K \times R + (K-1) \times m + (p \times q) \times l$$

$$= 2R + m + 2l$$

2个触发器　1状态　输出改善　状态

分析状态表，求得：

①根据规则I：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 1$

②根据规则II：$m_{CD} = 1$，$m_{AC} = 1$

$m_{BD} = 1$，$m_{AB} = 1$

③根据规则III：$l_{AB} = 1$，$l_{AC} = 1$

$l_{BC} = 1$

C：00
C：00 → 靠着的 y^{n+1}/Z 消去
C 00
B 01

AB AC | CD AC BD AB

AB BC AC

$E_{AB} = 2R_{AB} + m_{AB} + 2l_{AB} = 5$

$E_{AC} = 2R_{AC} + m_{AC} + 2l_{AC} = 5$

$E_{CD} = m_{CD} = 1$

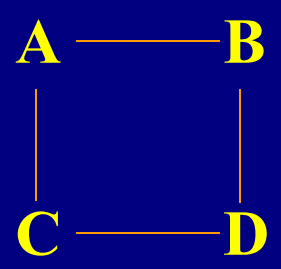
$E_{BD} = m_{BD} = 1$

$E_{BC} = 2l_{BC} = 2$

三、输出相同(1)没相邻

例1 完成如图所示状态表的状态分配。

优先满足总改善效果大的状态对的相邻要求：



状态相邻图

y_0 \ y_1	0	1
0	A	C
1	B	D

状态分配

y \ x	0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/0	B/1

y^{n+1}/Z

y_1y_0 \ x	0	1
A 00	10/0	11/0
B 01	10/0	00/0
D 11	00/0	01/1
C 10	01/0	11/0

二进制状态表 $y_1^{n+1}\,y_0^{n+1}/Z$

$E_{AB} = 2R_{AB} + m_{AB} + 2l_{AB} = 5$

$E_{AC} = 2R_{AC} + m_{AC} + 2l_{AC} = 5$

$E_{CD} = m_{CD} = 1$

$E_{BD} = m_{BD} = 1$

$E_{BC} = 2l_{BC} = 2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

K= 3， p = 4， q = 1

→ AC要求②2次

3相邻 .

规1 K=3 3R

规2. K-1=2 2m.

规3 4列 ⇒ 4. 4l

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为 A，输出均为 0，则对规则 I、III 而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$$=3R+2m+4l$$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

K= 3，$p = 4$， $q = 1$

当x_2x_1 =11时，次态均为A，输出均为0，则对规则 I、III 而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times 1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则： $R_{AB} = 1$， $R_{AC} = 2$， $R_{AE} = 1$， $R_{BD} = 2$， $R_{CE} = 1$；

A： $m_{AC} = 2$； B： $m_{BC} = 1$， $m_{AC} = 1$， $m_{AD} = 1$， $m_{BD} = 1$；

C： $m_{CB} = 1$， $m_{AB} = 1$， $m_{AC} = 1$；

D： $m_{AB} = 1$， $m_{AD} = 1$， $m_{BD} = 1$；

E： $m_{AE} = 2$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则 I、III 而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$=3R+2m+4l$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

A：$m_{AC}=2$；B：$m_{BC}=1$，$m_{AC}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；

C：$m_{CB}=1$，$m_{AB}=1$，$m_{AC}=1$；

D：$m_{AB}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；E：$m_{AE}=2$；

$\therefore\ m_{AC}=4$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则I、III而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$=3R+2m+4l$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

A：$m_{AC}=2$；B：$m_{BC}=1$，$m_{AC}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；

C：$m_{CB}=1$，$m_{AB}=1$，$m_{AC}=1$；D：$m_{AB}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；E：$m_{AE}=2$；

$\therefore\ m_{AC}=4$，$m_{AB}=2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

K= 3，$p = 4$， $q = 1$

当x_2x_1 =11时，次态均为A，输出均为0，则对规则 I、III 而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times 1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则： $R_{AB} = 1$， $R_{AC} = 2$， $R_{AE} = 1$， $R_{BD} = 2$， $R_{CE} = 1$；

A： $m_{AC} = 2$； B： $m_{BC} = 1$， $m_{AC} = 1$， $m_{AD} = 1$， $m_{BD} = 1$；

C： $m_{CB} = 1$， $m_{AB} = 1$， $m_{AC} = 1$； D： $m_{AB} = 1$， $m_{AD} = 1$， $m_{BD} = 1$； E： $m_{AE} = 2$；

$\therefore$ $m_{AC} = 4$, $m_{AB} = 2$, $m_{AD} = 2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则I、III而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$=3R+2m+4l$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

A：$m_{AC}=2$；B：$m_{BC}=1$，$m_{AC}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；

C：$m_{CB}=1$，$m_{AB}=1$，$m_{AC}=1$；D：$m_{AB}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；E：$m_{AE}=2$；

$\therefore\ m_{AC}=4,\ m_{AB}=2,\ m_{AD}=2,\ m_{AE}=2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则I、III而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$=3R+2m+4l$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

A：$m_{AC}=2$；B：$m_{BC}=1$，$m_{AC}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；

C：$m_{BC}=1$，$m_{AB}=1$，$m_{AC}=1$；D：$m_{AB}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；E：$m_{AE}=2$；

$\therefore$ $m_{AC}=4$，$m_{AB}=2$，$m_{AD}=2$，$m_{AE}=2$，$m_{BC}=2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则I、III而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$$=3R+2m+4l$$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

A：$m_{AC}=2$；B：$m_{BC}=1$，$m_{AC}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；

C：$m_{BC}=1$，$m_{AB}=1$，$m_{AC}=1$；D：$m_{AB}=1$，$m_{AD}=1$，$m_{BD}=1$；E：$m_{AE}=2$；

$\therefore$ $m_{AC}=4$，$m_{AB}=2$，$m_{AD}=2$，$m_{AE}=2$，$m_{BC}=2$，$m_{BD}=2$

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$K=3$，$p=4$，$q=1$

当$x_2x_1=11$时，次态均为A，输出均为0，则对规则I、III而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2}=3\times R+(3-1)\times m+(4\times 1)\times l$

$$=3R+2m+4l$$

则：$R_{AB}=1$，$R_{AC}=2$，$R_{AE}=1$，$R_{BD}=2$，$R_{CE}=1$；

$m_{AC}=4$，$m_{AB}=2$，$m_{AD}=2$，$m_{AE}=2$，$m_{BC}=2$，$m_{BD}=2$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

K= 3，$p = 4$， $q = 1$

当x_2x_1 =11时，次态均为A，输出均为0，则对规则 I、III 而言，可以不参加讨论。

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times 1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则： $R_{AB} = 1$， $R_{AC} = 2$， $R_{AE} = 1$， $R_{BD} = 2$， $R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$, $m_{AB} = 2$, $m_{AD} = 2$, $m_{AE} = 2$, $m_{BC} = 2$, $m_{BD} = 2$ ；

$l_{AC} = 1$， $l_{AE} = 1$， $l_{CE} = 1$， $l_{BD} = 1$ ；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$$
$$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 7$$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$$= 3R + 2m + 4l$$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$$
$$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 7$$
$$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$$
$$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$$
$$= 18$$

AC 多邻近机会

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$$= 3R + 2m + 4l$$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$$
$$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 7$$

$$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$$
$$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$$
$$= 18$$

首选

$$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$$
$$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 4$$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$$= 3R + 2m + 4l$$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$

$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 7$

$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$

$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$

$= 18$

$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$

$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 4$

$E_{AE} = 11$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$E_{AE} = 11$，$E_{BC} = 4$

$$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$$
$$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 7$$

$$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$$
$$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$$
$$= 18$$

$$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$$
$$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 4$$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$$= 3R + 2m + 4l$$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$

$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 7$

$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$

$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$

$= 18$

$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$

$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 4$

$E_{AE} = 11$，$E_{BC} = 4$

$E_{BD} = 14$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$

$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 7$

$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$

$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$

$= 18$

$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$

$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$

$= 4$

$E_{AE} = 11$，$E_{BC} = 4$

$E_{BD} = 14$，$E_{CE} = 7$

总改善效果为：$E_{S1S2} = 3\times R + (3-1)\times m + (4\times1)\times l$

$= 3R + 2m + 4l$

则：$R_{AB} = 1$，$R_{AC} = 2$，$R_{AE} = 1$，$R_{BD} = 2$，$R_{CE} = 1$；

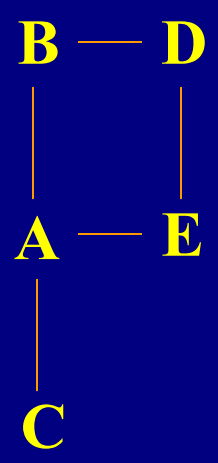
$m_{AC} = 4$，$m_{AB} = 2$，$m_{AD} = 2$，$m_{AE} = 2$，$m_{BC} = 2$，$m_{BD} = 2$；

$l_{AC} = 1$，$l_{AE} = 1$，$l_{CE} = 1$，$l_{BD} = 1$；

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

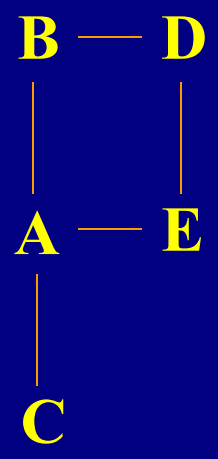
$$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 4l_{AB}$$
$$= 3\cdot1 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 7$$
$$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 4l_{AC}$$
$$= 3\cdot2 + 2\cdot4 + 4\cdot1$$
$$= 18$$
$$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 4l_{AD}$$
$$= 3\cdot0 + 2\cdot2 + 4\cdot0$$
$$= 4$$
$$E_{AE} = 11$$
$$E_{BC} = 4$$
$$E_{BD} = 14$$
$$E_{CE} = 7$$



y_1y_0 \ y_2	0	1
00	A	C
01	B	
11	D	
10	E	

例2 完成如图所示状态表的状态分配。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0



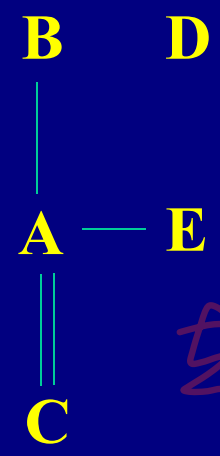
y_1y_0 \ y_2	0	1
00	A	C
01	B	
11	D	
10	E	

实际 别忘

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A 000	100/0	100/0	000/0	000/0
B 001	001/1	100/0	000/0	011/1
D 011	001/1	000/0	000/0	011/1
E 010	010/0	010/0	000/0	000/0
C 100	100/0	001/0	000/0	000/0

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

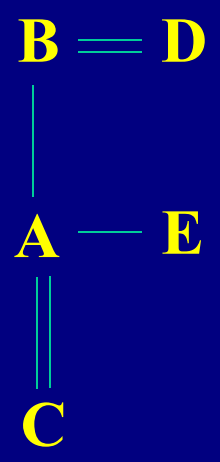


状态输出同

① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0



① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

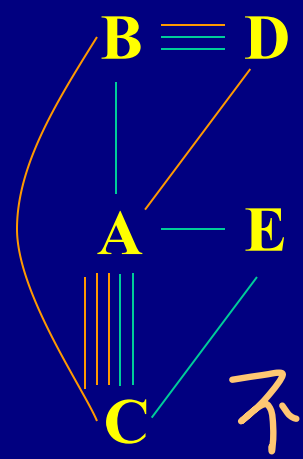
y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则I I：状态相邻关系如黄线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0



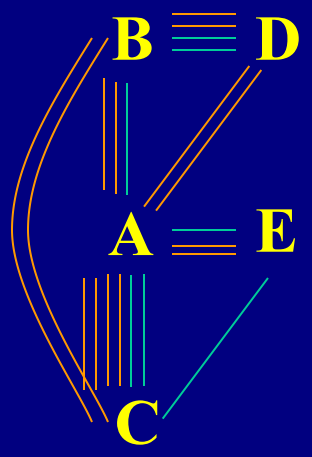
不用算
线相邻

① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则II：状态相邻关系如黄线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0

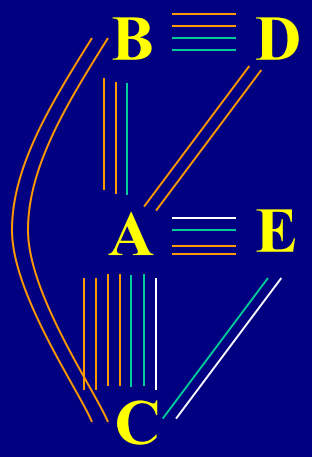


① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则II：状态相邻关系如黄线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/ 0	C/0	A/ 0	A/ 0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/ 0	B/ 0	A/ 0	A/ 0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/ 0	E/ 0	A/ 0	A/ 0



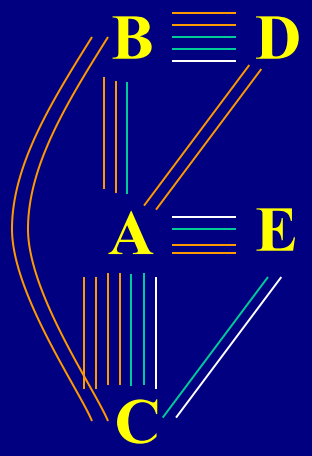
① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则II ：状态相邻关系如黄线所示。

③ 根据规则III ：状态相邻关系如白线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/ 1	C/ 0	A/ 0	D/ 1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/ 1	A/ 0	A/ 0	D/ 1
E	E/0	E/0	A/0	A/0



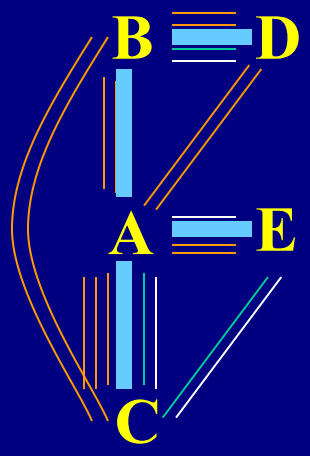
① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则II ：状态相邻关系如黄线所示。

③ 根据规则III ：状态相邻关系如白线所示。

例2 另一种简单的相邻状态分配法。

y \ x_2x_1	00	01	11	10
A	C/0	C/0	A/0	A/0
B	B/1	C/0	A/0	D/1
C	C/0	B/0	A/0	A/0
D	B/1	A/0	A/0	D/1
E	E/0	E/0	A/0	A/0



y_1y_0 \ y_2	0	1
00	A	C
01	B	
11	D	
10	E	

不满足

① 根据规则I：状态相邻关系如绿线所示。

② 根据规则II ：状态相邻关系如黄线所示。

③ 根据规则III ：状态相邻关系如白线所示。

优先选择较密切的相邻关系，即两者之间连线较多的。如粗线所示。

- 总结关于状态分配 全部 => 0, 1 全部匹配 => 易卡诺化简
  - 目 的
  - 思路: 研究状态之间的相邻关系
  - 方法名称: 相邻状态分配法
  - 步骤:
    - 根据3个规则判断相邻状态
    - 计算相邻状态的改善效果
    - 根据改善效果的结果确定分配方案
  - 加权的精确计算 vs 简易的粗略估算
  - 注意本节重点强调这里的思想，3个规则，改善效果计算公式

3.2.2.4 触发器类型的选择及激励函数和输出函数的确定

3.2.2.4.1 触发器类型的选择

触发器类型的不同将决定电路中激励函数的繁简。因此，选择触发器类型的重要条件就是能使函数最简。在大多数情况下，最常选用的是 D触发器，其次是选用 JK触发器和 T触发器。在非计数型的时序电路中，有时可选用 SR触发器。在 PLD器件中只包含D触发器。

作业随意

考试指定

3.2.2.4.2 激励函数和输出函数的确定

原始状态图、状态表

↓ 状态化简

最简状态表

↓ 状态分配

二进制状态表

↓ 选触发器类型 (选触发器激励表)

激励函数表达式

输出函数表达式

例 分别用 **D触发器**、**JK触发器**和 **T触发器**确定如图所示二进制状态表所要求的激励函数和输出函数。

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q_{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

1、用D触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	0	0
11	0	1
10	1	1

D_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

例 分别用 **D触发器**、**JK触发器**和 **T触发器**确定如图所示二进制状态表所要求的激励函数和输出函数。

与张 $J_1K_1J_2K_2Z$

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

1、用D触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

D_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

$$D_1 = \overline{x}\bullet\overline{y}_1 + x\bullet\overline{y}_0$$

例　分别用 D触发器、JK触发器和 T触发器确定如图所示二进制状态表所要求的激励函数和输出函数。

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

1、用D触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	0	0
11	0	1
10	1	1

D_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

$$D_1 = \overline{x}\bullet\overline{y}_1 + x\bullet\overline{y}_0$$

$$D_0 = x\bullet y_1 + x\bullet\overline{y}_0 + y_1\bullet\overline{y}_0$$

例　分别用 D触发器、JK触发器和 T触发器确定如图所示二进制状态表所要求的激励函数和输出函数。

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

1、用D触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	0	0
10	0	1

D_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	0	0
11	0	1
10	1	1

D_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

Z

$$D_1 = \overline{x}\bullet\overline{y}_1 + x\bullet\overline{y}_0$$

$$D_0 = x\bullet y_1 + x\bullet\overline{y}_0 + y_1\bullet\overline{y}_0$$

$$Z = x \bullet y_1 \bullet y_0$$

2、用JK触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	1

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

K_0

制吾组

2、用JK触发器

实际上一个d
含2种情况 00 维持
不用管. 10 置1.
01 置0
11 变反.

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

2分

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	
01	1	
11	d	
10	d	

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	
01	d	
11	1	
10	1	

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

K_0

2、用JK触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

$$J_1 = \overline{x} + \overline{y}_0$$

$$K_1 = \overline{x} + y_0$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

K_0

2、用JK触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

$$J_1 = \overline{x} + \overline{y}_0$$

$$K_1 = \overline{x} + y_0$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	
01	d	
11	d	
10	1	

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	
01	1	
11	1	
10	d	

K_0

2、用JK触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

Q_1^{n+1}

对 Q_0^{n+1}

$$J_1 = \overline{x} + \overline{y}_0 \qquad J_0 = x + y_1$$

$$K_1 = \overline{x} + y_0 \qquad K_0 = \overline{x} + \overline{y}_1$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	d	d
11	d	d
10	1	1

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	1	1
11	1	0
10	d	d

K_0

2、用JK触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

$$J_1 = \overline{x} + \overline{y}_0 \qquad J_0 = x + y_1$$

$$K_1 = \overline{x} + y_0 \qquad K_0 = \overline{x} + \overline{y}_1$$

$$Z = x \cdot y_1 \cdot y_0$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	1
10	1	0

K_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	d	d
11	d	d
10	1	1

J_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	d	d
01	1	1
11	1	0
10	d	d

K_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

Z

3、用T触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

激励表

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

T_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

T_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

→看逻辑图

3、用T触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

激励表

$$T_1 = \overline{x \cdot y_1 \cdot \overline{y}_0 + x \cdot \overline{y}_1 \cdot y_0}$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	1	1
10	1	0

T_1

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

T_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

3、用T触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

激励表

$$T_1 = \overline{x \cdot y_1 \cdot \overline{y}_0 + x \cdot \overline{y}_1 \cdot y_0}$$

$$T_0 = \overline{\overline{x} \cdot \overline{y}_1 \cdot \overline{y}_0 + x \cdot y_1 \cdot y_0}$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	1	1
10	1	0

T_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	1	1
11	1	0
10	1	1

T_0

y_1y_0 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Z

3、用T触发器

y_1y_0 \ x	0	1
00	10/0	11/0
01	10/0	00/0
11	00/0	01/1
10	01/0	11/0

二进制状态表

$$T_1 = \overline{x \cdot y_1 \cdot \overline{y}_0 + x \cdot \overline{y}_1 \cdot y_0}$$

$$T_0 = \overline{\overline{x} \cdot \overline{y}_1 \cdot \overline{y}_0 + x \cdot y_1 \cdot y_0}$$

$$Z = x \cdot y_1 \cdot y_0$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	1	1
01	1	0
11	1	1
10	1	0

T_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	1	1
11	1	0
10	1	1

T_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

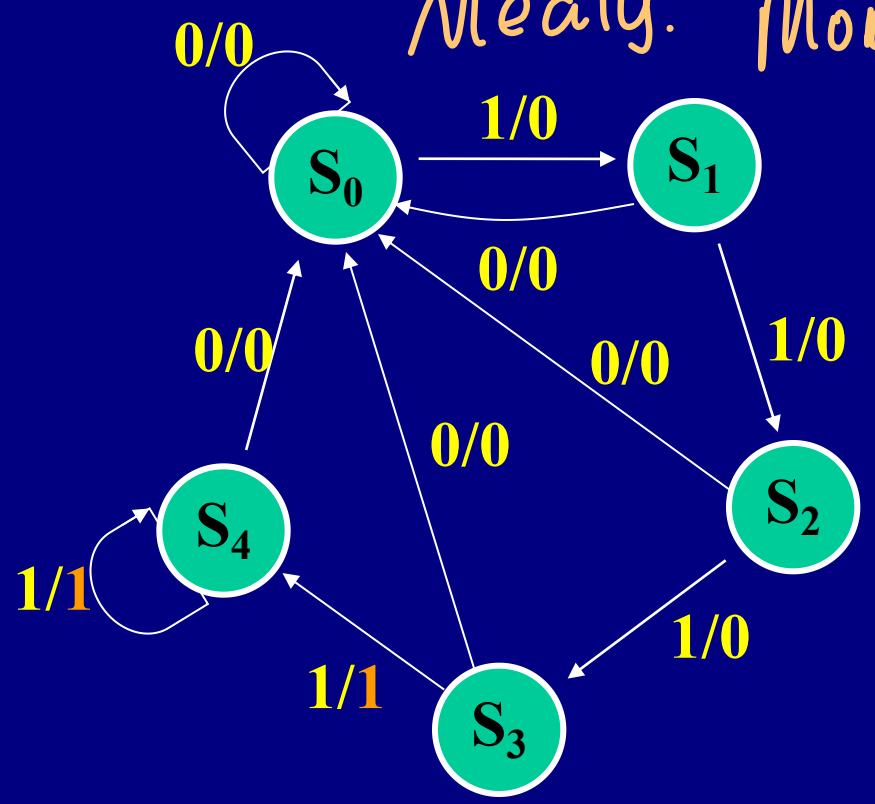
Z

3.2.2.5 设计举例

例1 设计一个“1111”序列检测器。当连续收到四个(或四个以上)“1”后，电路输出 Z = 1；否则，输出 Z = 0。

1、画出原始状态图

Mealy. Moore



2、写出原始状态表

Sdp

y \ x	0	1
S_0	S_0 /0	S_1 /0
S_1	S_0 /0	S_2 /0
S_2	S_0 /0	S_3 /0
S_3	S_0 /0	S_4 /1
S_4	S_0 /0	S_4 /1

可以通法

3、隐含表

S_1	S_1, S_2			
S_2	S_1, S_3			
S_3	×			
S_4	×			
	S_0	S_1	S_2	S_3

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

3、隐含表

S_1	S_1, S_2			
S_2	S_1, S_3	S_2, S_3		
S_3	×	×		
S_4	×	×		
	S_0	S_1	S_2	S_3

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

3、隐含表

	S_0	S_1	S_2	S_3
S_1	S_1, S_2			
S_2	S_1, S_3	S_2, S_3		
S_3	×	×	×	
S_4	×	×	×	

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

3、隐含表

S_1	S_1, S_2			
S_2	S_1, S_3	S_2, S_3		
S_3	×	×	×	
S_4	×	×	×	√
	S_0	S_1	S_2	S_3

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

3、隐含表

S_1	S_1,S_2			
S_2	S_1,S_3	S_2,S_3		
S_3	×	×	×	
S_4	×	×	×	√
	S_0	S_1	S_2	S_3

2、写出原始状态表

y \ x	0	1
S_0	$S_0/0$	$S_1/0$
S_1	$S_0/0$	$S_2/0$
S_2	$S_0/0$	$S_3/0$
S_3	$S_0/0$	$S_4/1$
S_4	$S_0/0$	$S_4/1$

4、最大等效类及命名

S_0 S_1 S_2 (S_3, S_4)

↓ ↓ ↓ ↓

A B C D

5、最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

6、状态分配

$R_{CD} = 1$

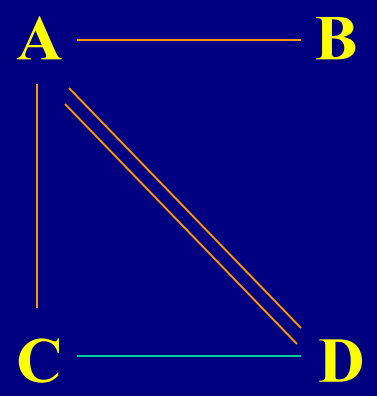
A　　B

C ———— D

5、最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

6、状态分配



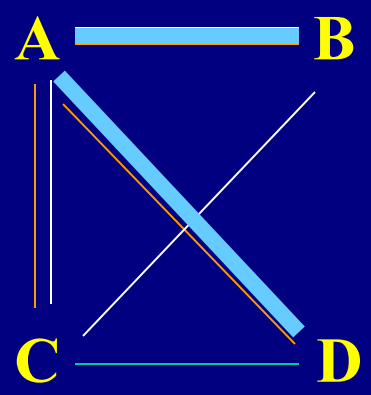
$R_{CD} = 1$

$m_{AB} = 1, m_{AC} = 1, m_{AD} = 2$

5、最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

6、状态分配



$R_{CD} = 1$

$m_{AB} = 1, m_{AC} = 1, m_{AD} = 2$

$l_{AB} = 1,\ l_{AC} = 1,\ l_{BC} = 1$

$E_{AB} = 2R_{AB} + m_{AB} + 2l_{AB} = 3$

$E_{AC} = 2R_{AC} + m_{AC} + 2l_{AC} = 3$

$E_{AD} = 2R_{AD} + m_{AD} + 2l_{AD} = 2$

次态中 D出现的较多，故使AD相邻，D = 10

$E_{BC} = 2R_{BC} + m_{BC} + 2l_{BC} = 2$

$E_{CD} = 2R_{CD} + m_{CD} + 2l_{CD} = 2$

y_0 \ y_1	0	1
0	A	D
1	B	C

5、最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

6、 状态分配

y_1y_0 \ x		0	1
A	00	00/0	01/0
B	01	00/0	11/0
C	11	00/0	10/0
D	10	00/0	10/1

二进制状态表

y_0 \ y_1	0	1
0	A	D
1	B	C

5、最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/0	D/0
D	A/0	D/1

7、求激励函数和输出函数的表达式

y_1y_0 \ x	0	1
A 00	00/0	01/0
B 01	00/0	11/0
C 11	00/0	10/0
D 10	00/0	10/1

二进制状态表

Q	Q^{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

最后 T. D. JK

互转

D Q Q^{n+1} T. 表

J K Q Q^{n+1} T 表

7、求激励函数和输出函数的表达式

y_1y_0 \ x		0	1
A	00	00/0	01/0
B	01	00/0	11/0
C	11	00/0	10/0
D	10	00/0	10/1

二进制状态表

$$D_1 = x \cdot y_1 + x \cdot y_0$$

Q	Q^{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	0	1

D_1

7、求激励函数和输出函数的表达式

y_1y_0 \ x		0	1
A	00	00/0	01/0
B	01	00/0	11/0
C	11	00/0	10/0
D	10	00/0	10/1

二进制状态表

$$D_1 = x \cdot y_1 + x \cdot y_0$$

$$D_0 = x \cdot \overline{y_1}$$

Q	Q^{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

激励表

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	0	1

D_1

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

D_0

7、求激励函数和输出函数的表达式

y_1y_0 \ x		0	1
A	00	00/0	01/0
B	01	00/0	11/0
C	11	00/0	10/0
D	10	00/0	10/1

二进制状态表

$$D_1 = x \cdot y_1 + x \cdot y_0$$

$$D_0 = x \cdot \overline{y_1}$$

$$Z = x \cdot y_1 \cdot \overline{y_0}$$

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	0	1

D_1

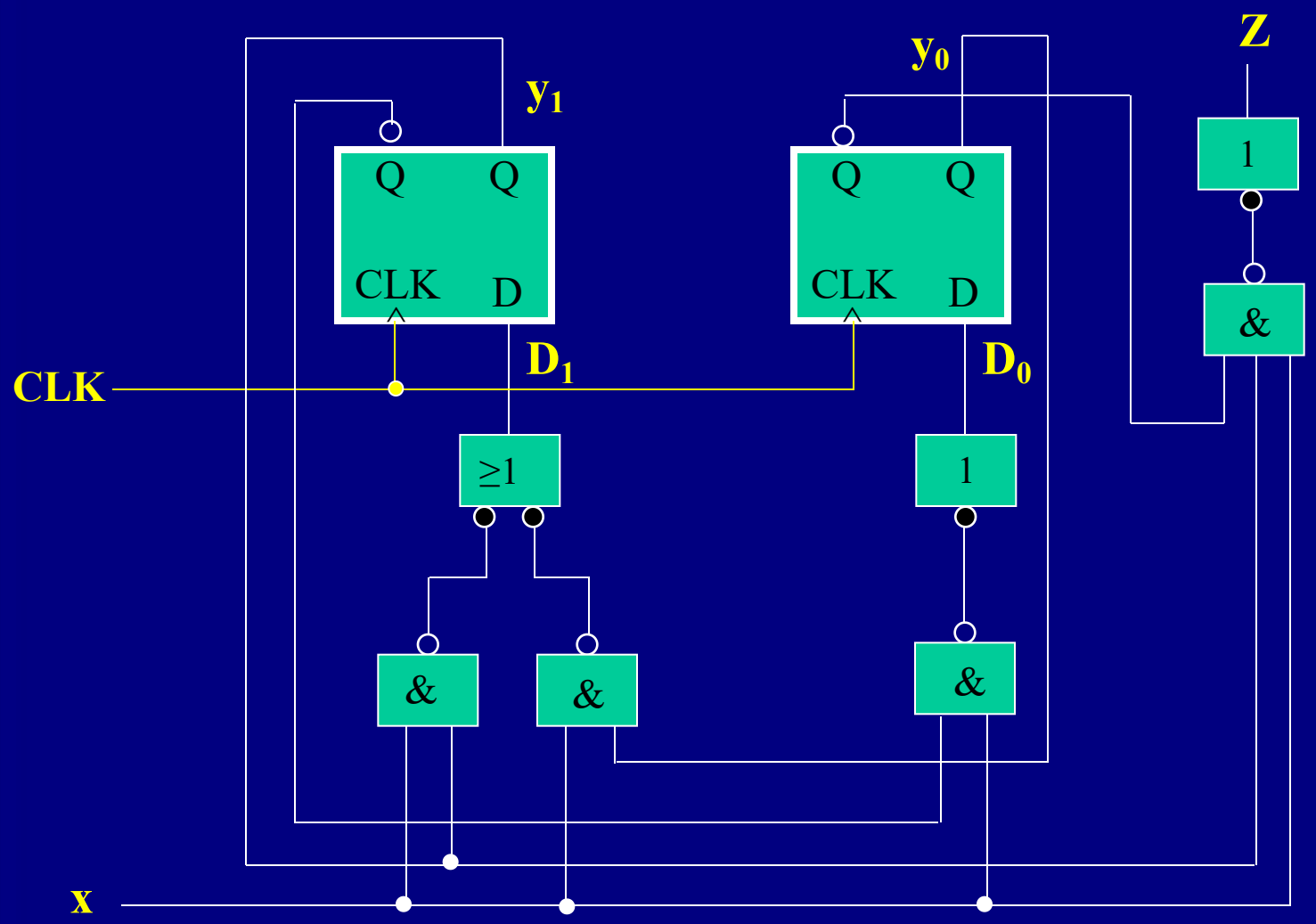
y_1y_0 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

D_0

y_1y_0 \ x	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	0
10	0	1

Z

“1111”序列检测器逻辑电路图



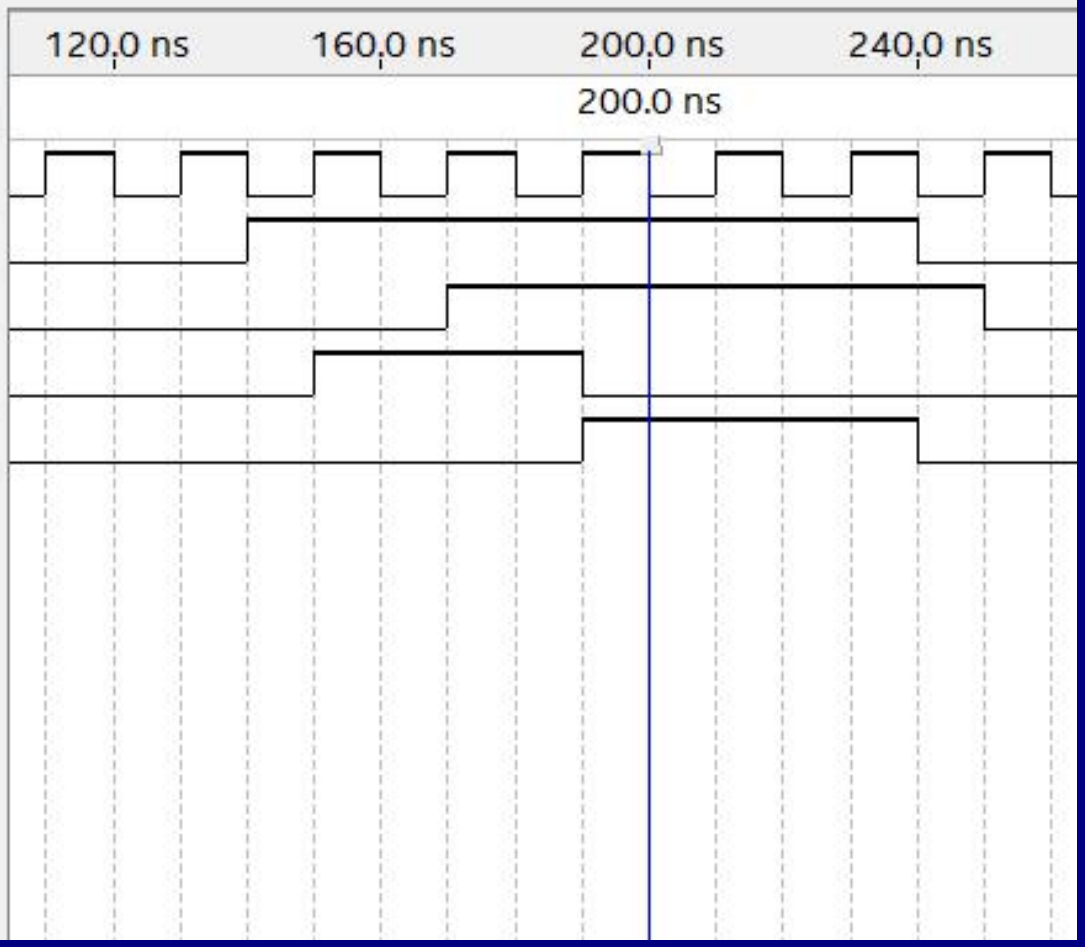
因为卡诺图中没有无关项d出现，因此不会出现挂起现象。

Simulation Waveform Editor - D:/fj/DLC/lab16/detect1111 - detect1111 - [detect1111_

File Edit View Simulation Help

Master Time Bar: 200.0 ns Pointer: 333.41 ns

	Name	Value at 200.0 ns
in	clk	B 0
in	x	B 1
R	inst4	B 1
R	inst5	B 0
out	z	B 1



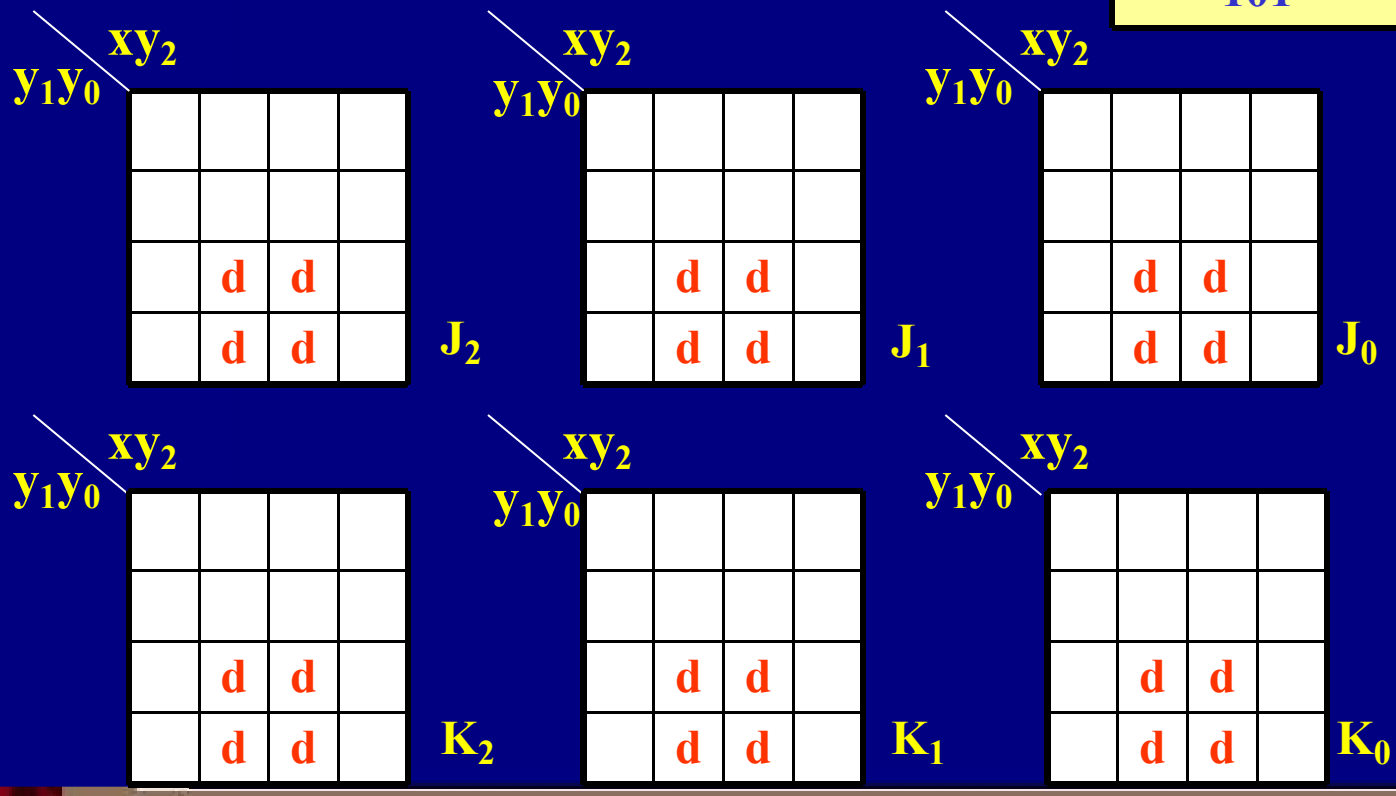
例2 用JK触发器设计一个六进制可逆计数器。当 x = 1 时，加1计数；当 x = 0 时，减1计数。

确定好了状态

分别用二进制 000~101表示六进制中的 6 个状态。

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000

二进制状态表



Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

例2 用JK触发器设计一个六进制可逆计数器。当 x = 1 时，加1计数；当 x = 0 时，减1计数。

y_2状态 $J_0=1$

分别用二进制 000~101表示六进制中的 6 个状态。

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	1	d	d	0
	0	d	d	0
11	0	d	d	1
10	0	d	d	0

J_2

y_1y_0 \ xy_2				
		d	d	
		d	d	

J_1

y_1y_0 \ xy_2				
		d	d	
		d	d	

J_0

y_1y_0 \ xy_2				
	d	1	0	d
	d	0	1	d
	d	d	d	d
	d	d	d	d

K_2

y_1y_0 \ xy_2				
		d	d	
		d	d	

K_1

y_1y_0 \ xy_2				
		d	d	
		d	d	

K_0

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

例2 用JK触发器设计一个六进制可逆计数器。当 x = 1 时，加1计数；当 x = 0 时，减1计数。

分别用二进制 000~101表示六进制中的 6 个状态。

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000

二进制状态表

J_2

y_1y_0 \ xy_2			
1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_1

y_1y_0 \ xy_2			
0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_0

y_1y_0 \ xy_2			
	d	d	
	d	d	

K_2

y_1y_0 \ xy_2			
d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

K_1

y_1y_0 \ xy_2			
d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

K_0

y_1y_0 \ xy_2			
	d	d	
	d	d	

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

例2 用JK触发器设计一个六进制可逆计数器。当 x = 1 时，加1计数；当 x = 0 时，减1计数。

Gray码怎么走的

分别用二进制 000~101表示六进制中的 6 个状态。

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2				
00	1	d	d	0
	0	d	d	0
	0	d	d	1
	0	d	d	0

J_2

y_1y_0 \ xy_2				
	0	1	0	0
	0	0	0	1
	d	d	d	d
	d	d	d	d

J_1

y_1y_0 \ xy_2				
	1	1	1	1
	d	d	d	d
	d	d	d	d
	1	d	d	1

J_0

y_1y_0 \ xy_2				
	d	1	0	d
	d	0	1	d
	d	d	d	d
	d	d	d	d

K_2

y_1y_0 \ xy_2				
	d	d	d	d
	d	d	d	d
	0	d	d	1
	1	d	d	0

K_1

y_1y_0 \ xy_2				
	d	d	d	d
	1	1	1	1
	1	d	d	1
	d	d	d	d

K_0

对表

Q	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

激励表

激励函数表达式

$J_2 = x \cdot y_1 \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$J_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot y_2 \cdot \overline{y_0}$

$J_0 = 1$

$K_2 = x \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$K_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_0}$

$K_0 = 1$

共10个门。

J_2

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	1	d	d	0
01	0	d	d	0
11	0	d	d	1
10	0	d	d	0

J_1

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	0	0	1
11	d	d	d	d
10	d	d	d	d

J_0

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	d	d	d	d
11	d	d	d	d
10	1	d	d	1

方便式化简

共用

K_2

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	d	1	0	d
01	d	0	1	d
11	d	d	d	d
10	d	d	d	d

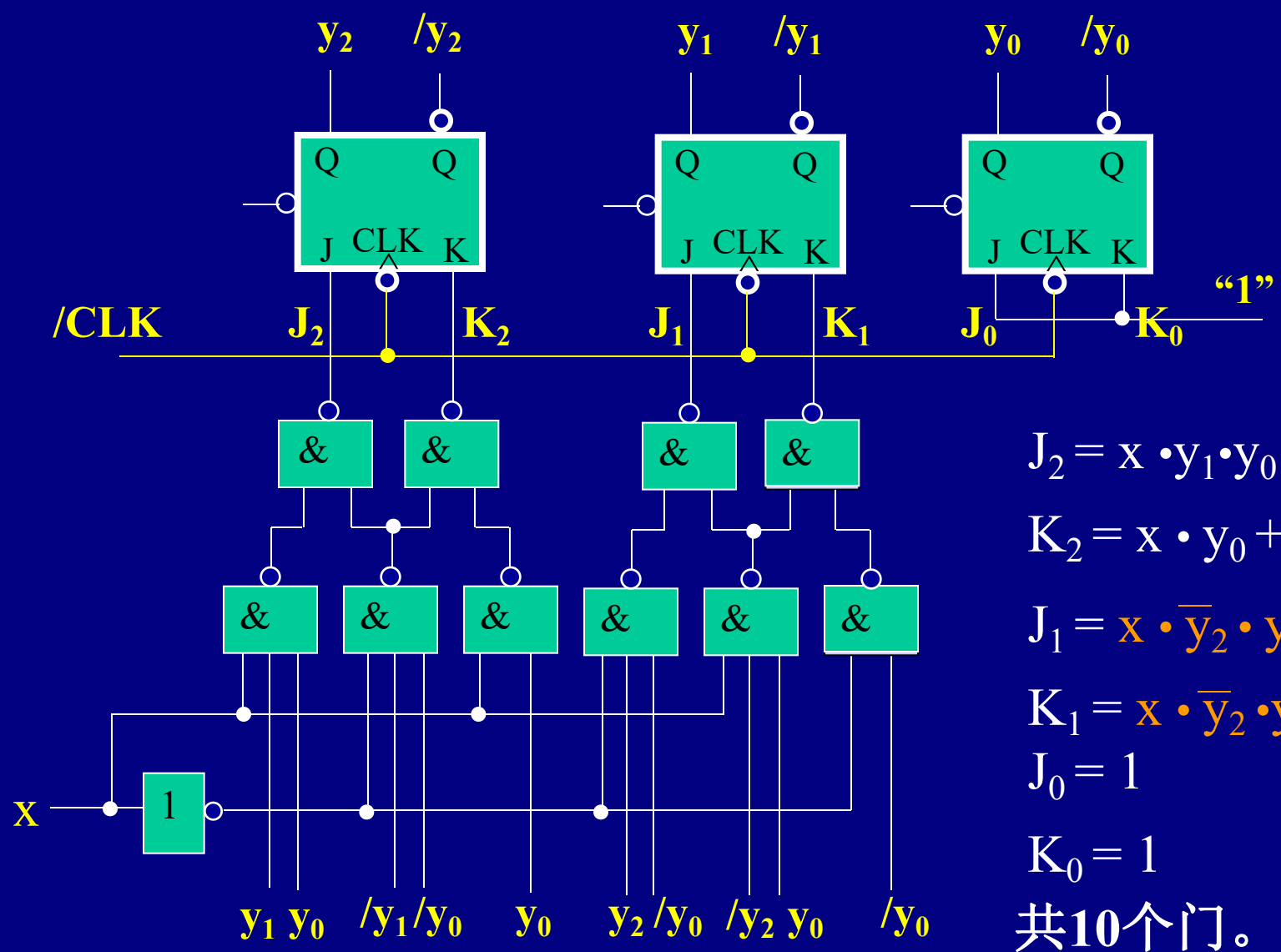
K_1

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	d	d	d	d
01	d	d	d	d
11	0	d	d	1
10	1	d	d	0

K_0

y_1y_0 \ xy_2	00	01	11	10
00	d	d	d	d
01	1	1	1	1
11	1	d	d	1
10	d	d	d	d

六进制可逆计数器逻辑图



$J_2 = x \cdot y_1 \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$K_2 = x \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$J_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot y_2 \cdot \overline{y_0}$

$K_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_0}$

$J_0 = 1$

$K_0 = 1$

共10个门。

电路状态图

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000
110		
111		

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2

1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_2

0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_1

1	1	1	1
d	d	d	d
d	d	d	d
1	d	d	1

J_0

d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

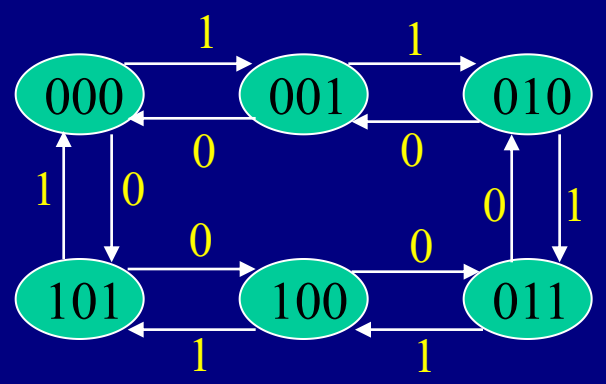
K_2

d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

K_1

d	d	d	d
1	1	1	1
1	d	d	1
d	d	d	d

K_0



电路状态图

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000
110	1	1
111	1	0

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2

1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_2

0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_1

1	1	1	1
d	d	d	d
d	d	d	d
1	d	d	1

J_0

d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

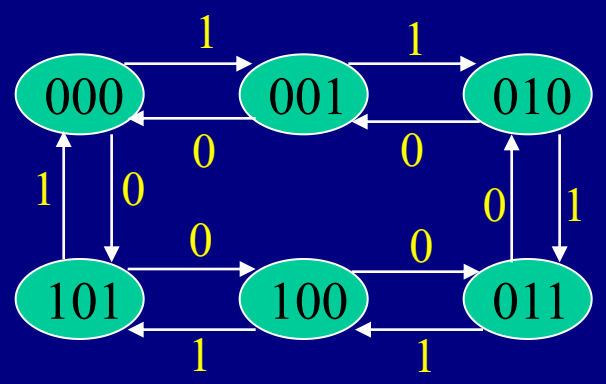
K_2

d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

K_1

d	d	d	d
1	1	1	1
1	d	d	1
d	d	d	d

K_0



电路状态图

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000
110	10	11
111	11	01

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2

1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_2

0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_1

1	1	1	1
d	d	d	d
d	d	d	d
1	d	d	1

J_0

d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

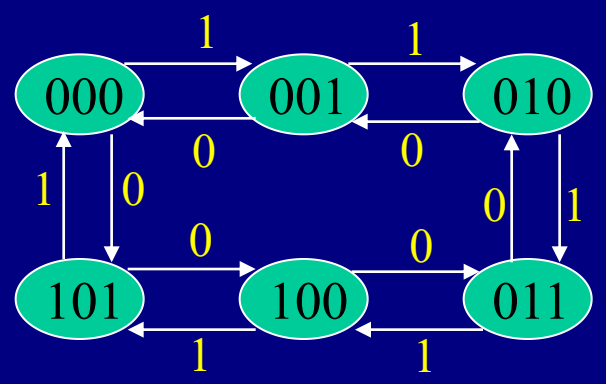
K_2

d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

K_1

d	d	d	d
1	1	1	1
1	d	d	1
d	d	d	d

K_0



电路状态图

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000
110	101	111
111	110	010

二进制状态表

y_1y_0 \ xy_2

1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_2

0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_1

1	1	1	1
d	d	d	d
d	d	d	d
1	d	d	1

J_0

d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

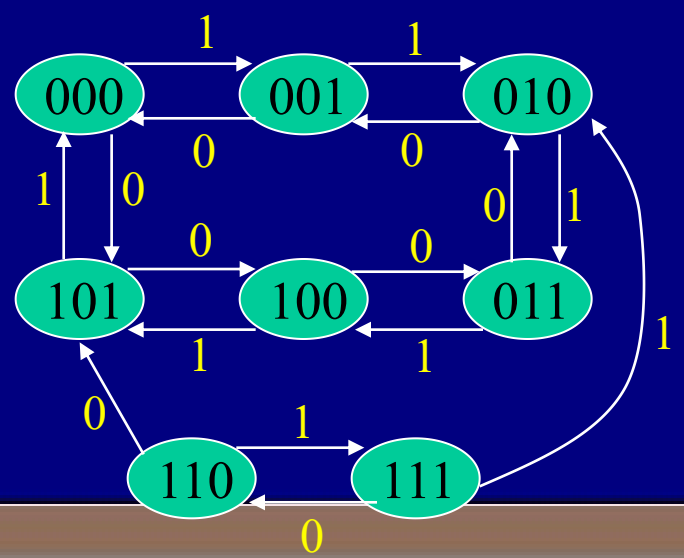
K_2

d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

K_1

d	d	d	d
1	1	1	1
1	d	d	1
d	d	d	d

K_0



另一种激励函数表达式及电路状态图

$J_2 = x \cdot y_1 \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$K_2 = x \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_0}$

$J_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot y_2 \cdot \overline{y_0}$

$K_1 = K_2$

$J_0 = 1$ $K_0 = 1$ 共9个门

y_1y_0 \ xy_2			
1	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	1
0	d	d	0

J_2

0	1	0	0
0	0	0	1
d	d	d	d
d	d	d	d

J_1

1	1	1	1
d	d	d	d
d	d	d	d
1	d	d	1

J_0

d	1	0	d
d	0	1	d
d	d	d	d
d	d	d	d

K_2

d	d	d	d
d	d	d	d
0	d	d	1
1	d	d	0

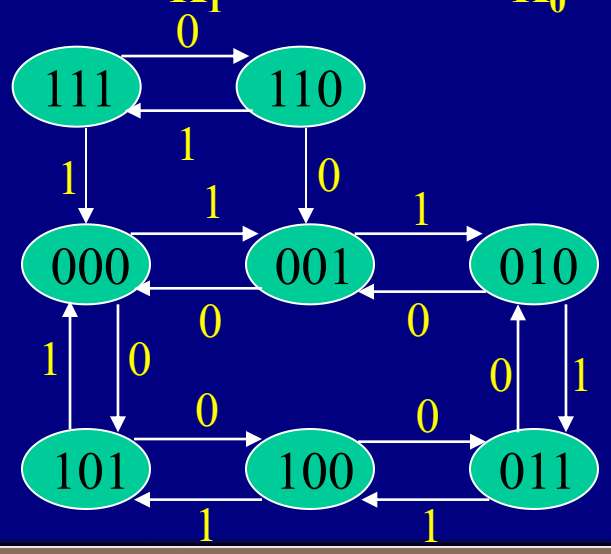
K_1

d	d	d	d
1	1	1	1
1	d	d	1
d	d	d	d

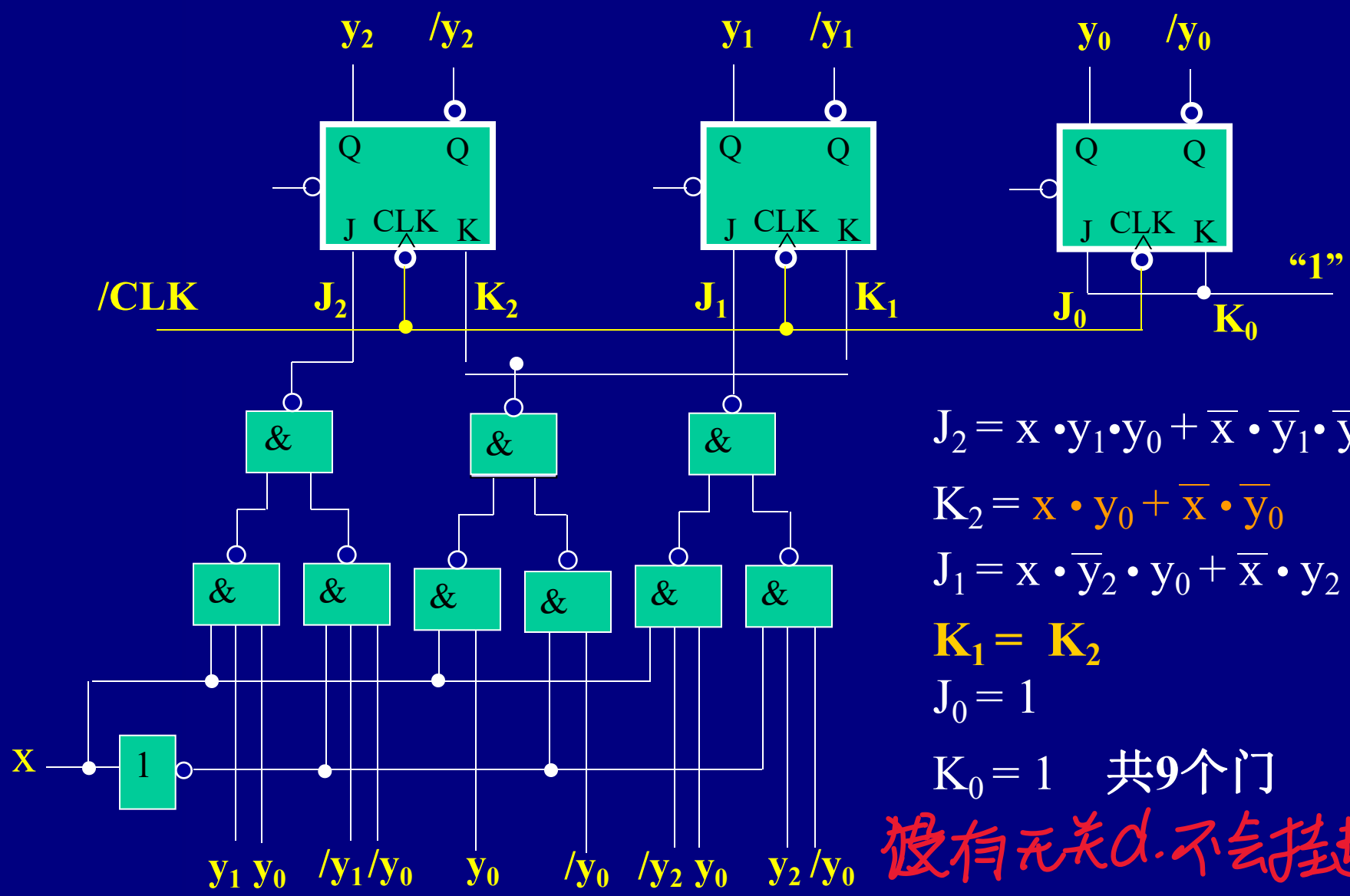
K_0

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	101	001
001	000	010
010	001	011
011	010	100
100	011	101
101	100	000
110	001	111
111	110	000

二进制状态表



另一个六进制可逆计数器逻辑图



$J_2 = x \cdot y_1 \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_0}$

$K_2 = x \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y_0}$

$J_1 = x \cdot \overline{y_2} \cdot y_0 + \overline{x} \cdot y_2 \cdot \overline{y_0}$

$K_1 = K_2$

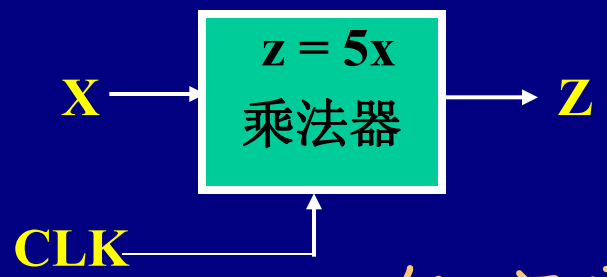
$J_0 = 1$

$K_0 = 1$ 共9个门

没有无关d.不会挂起

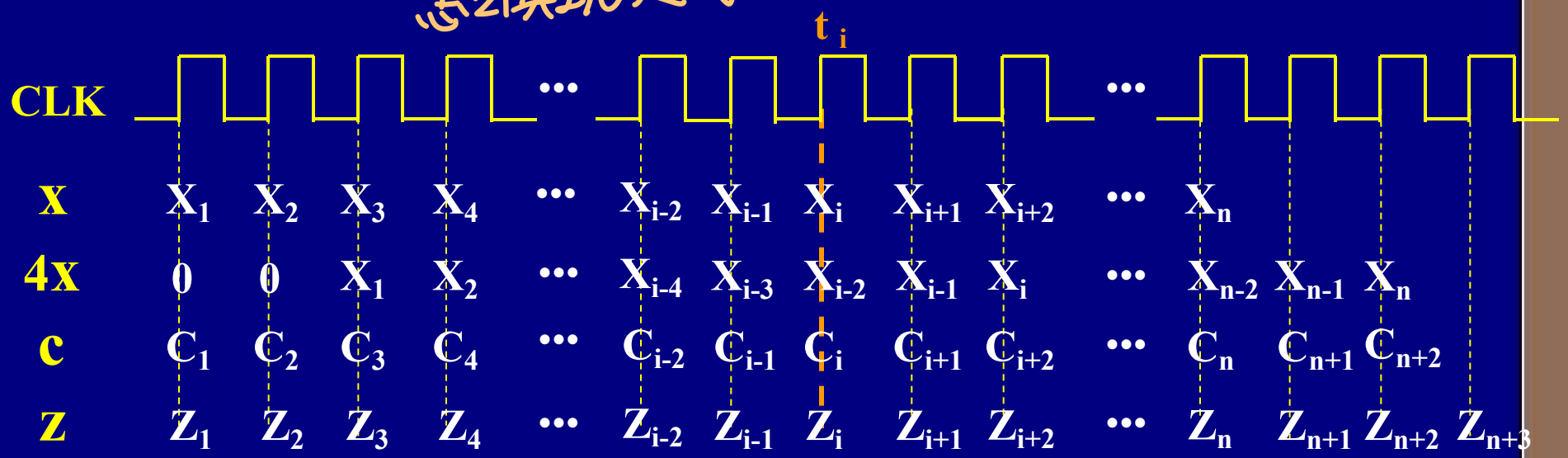
例3　设计一个 n 位二进制串行乘法器。

该乘法器有一个输入端 X 及一个输出端 Z，输入 X 是由低位开始的二进制串行序列信号，输出 Z 是另一个串行序列(由低位开始输出)，且 Z = 5X。



$$Z = 5X = 4X + X$$

怎么实现延时

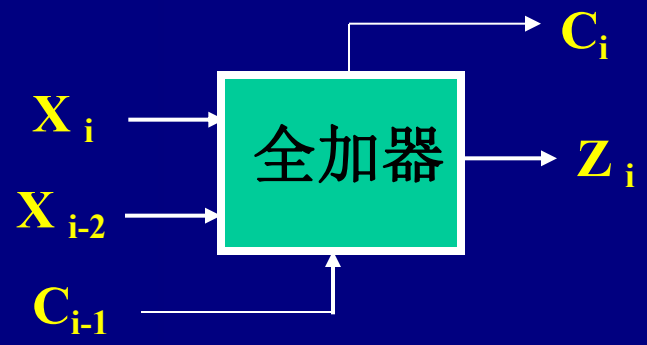


例3　设计一个 n 位二进制串行乘法器。

该乘法器有一个输入端 X 及一个输出端 Z，输入 X 是由低位开始的二进制串行序列信号，输出 Z 是另一个串行序列(由低位开始输出)，且 Z = 5X。

实际上 2个n-1位 输出 不会超过n位

正好是全加原理

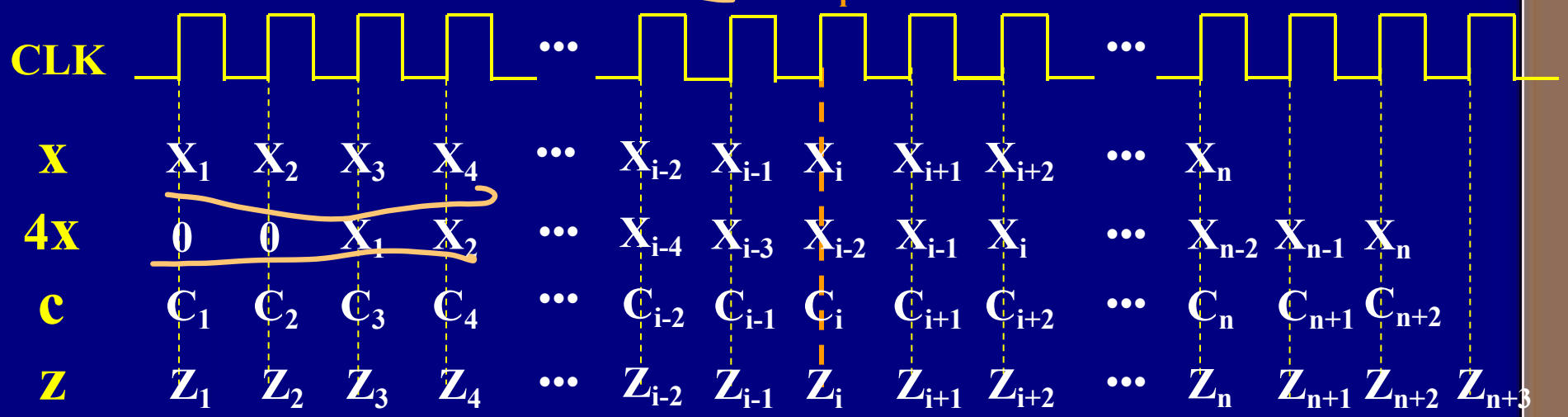


$$Z = 5X = 4X + X$$

$$Z_i = X_i \oplus X_{i-2} \oplus C_{i-1}$$

$$C_i = X_i X_{i-2} + X_i C_{i-1} + X_{i-2} C_{i-1}$$

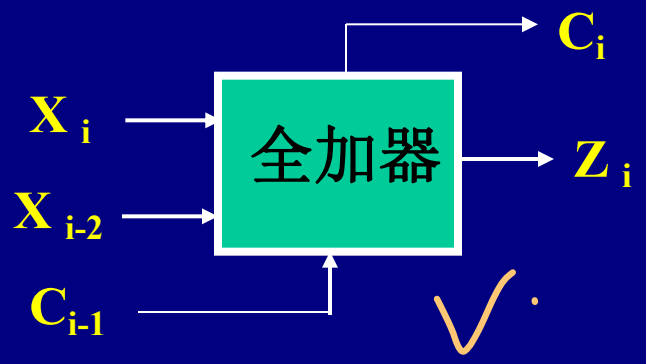
进位 $\cdot t_i$



5x 串行乘法器的设计分析

$$Z_i = X_i \oplus X_{i-2} \oplus C_{i-1}$$

$$C_i = X_i X_{i-2} + X_i C_{i-1} + X_{i-2} C_{i-1}$$



n位全加

其中： X_i 为 t_i 时刻的输入信号，

X_{i-2} 为 t_i 时刻前两个节拍的输入信号，

C_{i-1} 为 t_i 时刻前一个节拍的加法进位信号。

所以，电路应保存 t_i 前的 C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1} 的值，

分别设置三个触发器： H 、 J 、 V 。

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$$Z = X \oplus J \oplus H$$

$$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$$

优化

5x 串行乘法器的原始状态表

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$Z = X \oplus J \oplus H$

$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$

对应 H、J、V 的组合，电路应具有 8种状态组合以表示 t_i 时刻前C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1}这三个值的情况。设状态命名为S_{HJV}，其中

H：前一节拍产生的进位值 C_{i-1}

J：前两节拍的输入值 X_{i-2}

V：前一节拍的输入值 X_{i-1}

S_{HJV} \ X	0	1
S_{000}		
S_{001}		
S_{010}		
S_{011}		
S_{100}		
S_{101}		
S_{110}		
S_{111}		

S_{HJV}^{n+1}/z

5x 串行乘法器的原始状态表

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$Z = X \oplus J \oplus H$

$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$

对应 H、J、V 的组合，电路应具有 8种状态组合以表示 t_i 时刻 C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1} 这三个值的情况。设状态命名为S_{HJV}，其中

H：前一节拍产生的进位值 C_{i-1}

J：前两节拍的输入值 X_{i-2}

V：前一节拍的输入值 X_{i-1}

① $X_i \rightarrow X_{i-1}$ (V)

S_{HJV} \ X	0	1
S_{000}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{001}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{010}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{011}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{100}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{101}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{110}	$S_{??0}$	$S_{??1}$
S_{111}	$S_{??0}$	$S_{??1}$

S_{HJV}^{n+1}/z

5x 串行乘法器的原始状态表

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$Z = X \oplus J \oplus H$

$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$

对应 H、J、V 的组合，电路应具有 8种状态组合以表示 t_i 时刻 C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1} 这三个值的情况。设状态命名为S_{HJV}，其中

H：前一节拍产生的进位值 C_{i-1}

J：前两节拍的输入值 X_{i-2}

V：前一节拍的输入值 X_{i-1}

② X_{i-1} (V) → X_{i-2} (J)

S_{HJV} \ X	0	1
S_{000}	$S_{?00}$	$S_{?01}$
S_{001}	$S_{?10}$	$S_{?11}$
S_{010}	$S_{?00}$	$S_{?01}$
S_{011}	$S_{?10}$	$S_{?11}$
S_{100}	$S_{?00}$	$S_{?01}$
S_{101}	$S_{?10}$	$S_{?11}$
S_{110}	$S_{?00}$	$S_{?01}$
S_{111}	$S_{?10}$	$S_{?11}$

S_{HJV}^{n+1}/z

5x 串行乘法器的原始状态表

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$Z = X \oplus J \oplus H$

$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$

对应 H、J、V 的组合，电路应具有 8种状态组合以表示 t_i 时刻 C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1} 这三个值的情况。设状态命名为S_{HJV}，其中

H：前一节拍产生的进位值 C_{i-1}

J：前两节拍的输入值 X_{i-2}

V：前一节拍的输入值 X_{i-1}

③ $X \oplus J \oplus H \rightarrow Z$

S_{HJV} \ X	0	1
S_{000}	$S_{?00}$ /0	$S_{?01}$ /1
S_{001}	$S_{?10}$ /0	$S_{?11}$ /1
S_{010}	$S_{?00}$ /1	$S_{?01}$ /0
S_{011}	$S_{?10}$ /1	$S_{?11}$ /0
S_{100}	$S_{?00}$ /1	$S_{?01}$ /0
S_{101}	$S_{?10}$ /1	$S_{?11}$ /0
S_{110}	$S_{?00}$ /0	$S_{?01}$ /1
S_{111}	$S_{?10}$ /0	$S_{?11}$ /1

S_{HJV}^{n+1}/z

5x 串行乘法器的原始状态表

则当前输出 Z 及进位 C 的表达式：

$Z = X \oplus J \oplus H$

$C = X \cdot J + X \cdot H + J \cdot H$

对应 H、J、V 的组合，电路应具有 8种状态组合以表示 t_i 时刻 C_{i-1}、X_{i-2}、X_{i-1} 这三个值的情况。设状态命名为S_{HJV}，其中

H：前一节拍产生的进位值 C_{i-1}

J：前两节拍的输入值 X_{i-2}

V：前一节拍的输入值 X_{i-1}

④ XJ+XH+JH

→ C(H)

S_{HJV} \ X	0	1
S_{000}	S_{000} /0	S_{001} /1
S_{001}	S_{010} /0	S_{011} /1
S_{010}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{011}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{100}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{101}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{110}	S_{100} /0	S_{101} /1
S_{111}	S_{110} /0	S_{111} /1

S_{HJV}^{n+1}/z

状态化简

S_{HJV} \ x	0	1
S_{000}	S_{000} /0	S_{001} /1
S_{001}	S_{010} /0	S_{011} /1
S_{010}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{011}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{100}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{101}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{110}	S_{100} /0	S_{101} /1
S_{111}	S_{110} /0	S_{111} /1

S_{HJV}^{n+1}/z

	S_{000}	S_{001}	S_{010}	S_{011}	S_{100}	S_{101}	S_{110}
S_{001}							
S_{010}							
S_{011}							
S_{100}							
S_{101}							
S_{110}							
S_{111}							

状态化简

S_{HJV} \ x	0	1
S_{000}	S_{000} /0	S_{001} /1
S_{001}	S_{010} /0	S_{011} /1
S_{010}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{011}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{100}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{101}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{110}	S_{100} /0	S_{101} /1
S_{111}	S_{110} /0	S_{111} /1

	S_{000}	S_{001}	S_{010}	S_{011}	S_{100}	S_{101}	S_{110}
S_{001}	(S_{000}, S_{010}) (S_{001}, S_{011})						
S_{010}	×	×					
S_{011}	×	×	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111})				
S_{100}	×	×	√	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111})			
S_{101}	×	×	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111})	√	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111})		
S_{110}	(S_{000}, S_{100}) (S_{001}, S_{101})	(S_{010}, S_{100}) (S_{011}, S_{101})	×	×	×	×	
S_{111}	(S_{000}, S_{110}) (S_{001}, S_{111})	(S_{010}, S_{110}) (S_{011}, S_{111})	×	×	×	×	(S_{100}, S_{110}) (S_{101}, S_{111})

状态化简

$(S_{000}) \rightarrow A$

$(S_{001}, S_{110}) \rightarrow B$

$(S_{010}, S_{100}) \rightarrow C$

$(S_{011}, S_{101}) \rightarrow D$

$(S_{111}) \rightarrow E$

	S_{000}	S_{001}	S_{010}	S_{011}	S_{100}	S_{101}	S_{110}
S_{001}	(S_{000}, S_{010}) (S_{001}, S_{011}) ×						
S_{010}	×	×					
S_{011}	×	×	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111}) ×				
S_{100}	×	×	√	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111}) ×			
S_{101}	×	×	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111}) ×	√	(S_{000}, S_{010}) (S_{101}, S_{111}) ×		
S_{110}	(S_{000}, S_{100}) (S_{001}, S_{101}) ×	(S_{010}, S_{100}) (S_{011}, S_{101}) √	×	×	×	×	
S_{111}	(S_{000}, S_{110}) (S_{001}, S_{111}) ×	(S_{010}, S_{110}) (S_{011}, S_{111}) ×	×	×	×	×	(S_{100}, S_{110}) (S_{101}, S_{111}) ×

状态化简

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z

原始状态表

S_{HJV} \ x	0	1
S_{000}	S_{000} /0	S_{001} /1
S_{001}	S_{010} /0	S_{011} /1
S_{010}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{011}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{100}	S_{000} /1	S_{101} /0
S_{101}	S_{010} /1	S_{111} /0
S_{110}	S_{100} /0	S_{101} /1
S_{111}	S_{110} /0	S_{111} /1

S_{HJV}^{n+1}/z

$(S_{000}) \rightarrow A$

$(S_{001}, S_{110}) \rightarrow B$

$(S_{010}, S_{100}) \rightarrow C$

$(S_{011}, S_{101}) \rightarrow D$

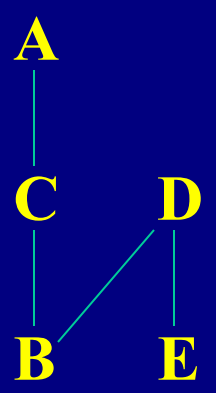
$(S_{111}) \rightarrow E$

状态分配

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z

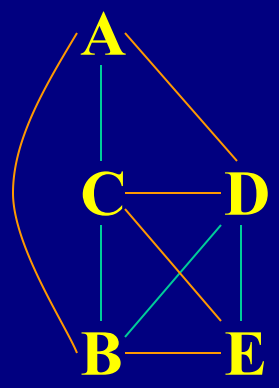


状态分配

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z

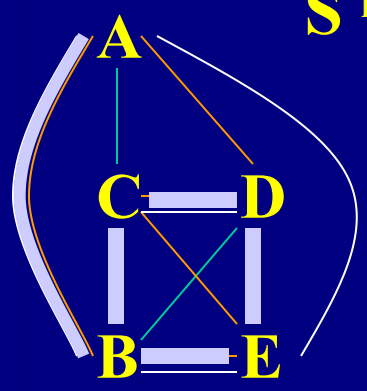


状态分配

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z



$K=3$，$p=2$，$q=1$

$E = KR + (K-1)m + pql$

$= 3R + 2m + 2l$

$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 2l_{AB} = 4$

$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 2l_{AC} = 3$

$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 2l_{AD} = 2$

$E_{AE} = 3R_{AE} + 2m_{AE} + 2l_{AE} = 2$

$E_{BC} = 3R_{BC} + 2m_{BC} + 2l_{BC} = 3$

$E_{BD} = 3R_{BD} + 2m_{BD} + 2l_{BD} = 3$

$E_{BE} = 3R_{BE} + 2m_{BE} + 2l_{BE} = 4$

$E_{CD} = 3R_{CD} + 2m_{CD} + 2l_{CD} = 4$

$E_{CE} = 3R_{CE} + 2m_{CE} + 2l_{CE} = 2$

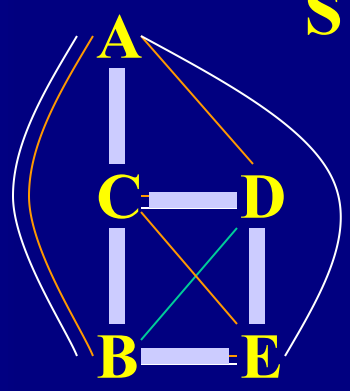
$E_{DE} = 3R_{DE} + 2m_{DE} + 2l_{DE} = 3$

状态分配

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z



$K=3$，$p=2$，$q=1$

$E = KR + (K-1)m + pql$

$= 3R + 2m + 2l$

$E_{AB} = 3R_{AB} + 2m_{AB} + 2l_{AB} = 4$

$E_{AC} = 3R_{AC} + 2m_{AC} + 2l_{AC} = 3$

$E_{AD} = 3R_{AD} + 2m_{AD} + 2l_{AD} = 2$

$E_{AE} = 3R_{AE} + 2m_{AE} + 2l_{AE} = 2$

$E_{BC} = 3R_{BC} + 2m_{BC} + 2l_{BC} = 3$

$E_{BD} = 3R_{BD} + 2m_{BD} + 2l_{BD} = 3$

$E_{BE} = 3R_{BE} + 2m_{BE} + 2l_{BE} = 4$

$E_{CD} = 3R_{CD} + 2m_{CD} + 2l_{CD} = 4$

$E_{CE} = 3R_{CE} + 2m_{CE} + 2l_{CE} = 2$

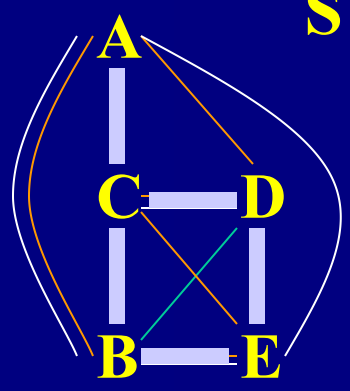
$E_{DE} = 3R_{DE} + 2m_{DE} + 2l_{DE} = 3$

状态分配

最小化状态表

y \ x	0	1
A	A/0	B/1
B	C/0	D/1
C	A/1	D/0
D	C/1	E/0
E	B/0	E/1

S^{n+1}/z



二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
C 000	100/1	010/0
B 001	000/0	010/1
D 010	000/1	011/0
E 011	001/0	011/1
A 100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ y_2	0	1
00	C	A
01	B	
11	E	
10	D	

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
C 000	100/1	010/0
B 001	000/0	010/1
D 010	000/1	011/0
E 011	001/0	011/1
A 100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

Z

y_1y_0 \ xy_2

D_2

y_1y_0 \ xy_2

D_1

y_1y_0 \ xy_2

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x		0	1
C	000	100/1	010/0
B	001	000/0	010/1
D	010	000/1	011/0
E	011	001/0	011/1
A	100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

	d	d	
	d	d	
	d	d	

Z

y_1y_0 \ xy_2

	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_2

y_1y_0 \ xy_2

	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_1

y_1y_0 \ xy_2

	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
C 000	100/1	010/0
B 001	000/0	010/1
D 010	000/1	011/0
E 011	001/0	011/1
A 100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

1			
	d	d	
	d	d	
	d	d	

Z

y_1y_0 \ xy_2

1			
	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_2

y_1y_0 \ xy_2

0			
	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_1

y_1y_0 \ xy_2

0			
	d	d	
	d	d	
	d	d	

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x		0	1
C	000	100/1	010/0
B	001	000/0	010/1
D	010	000/1	011/0
E	011	001/0	011/1
A	100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

1	0		
0	d	d	
0	d	d	
1	d	d	

Z

y_1y_0 \ xy_2

1	1		
0	d	d	
0	d	d	
0	d	d	

D_2

y_1y_0 \ xy_2

0	0		
0	d	d	
0	d	d	
0	d	d	

D_1

y_1y_0 \ xy_2

0	0		
0	d	d	
1	d	d	
0	d	d	

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x		0	1
C	000	100/1	010/0
B	001	000/0	010/1
D	010	000/1	011/0
E	011	001/0	011/1
A	100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

1	0	1	0
0	d	d	1
0	d	d	1
1	d	d	0

Z

y_1y_0 \ xy_2

1	1	0	0
0	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	0

D_2

y_1y_0 \ xy_2

0	0	0	1
0	d	d	1
0	d	d	1
0	d	d	1

D_1

y_1y_0 \ xy_2

0	0	1	0
0	d	d	0
1	d	d	1
0	d	d	1

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x		0	1
C	000	100/1	010/0
B	001	000/0	010/1
D	010	000/1	011/0
E	011	001/0	011/1
A	100	100/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/z$

y_1y_0 \ xy_2

1	0	1	0
0	d	d	1
0	d	d	1
1	d	d	0

Z

y_1y_0 \ xy_2

1	1	0	0
0	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	0

D_2

y_1y_0 \ xy_2

0	0	0	1
0	d	d	1
0	d	d	1
0	d	d	1

D_1

y_1y_0 \ xy_2

0	0	1	0
0	d	d	0
1	d	d	1
0	d	d	1

D_0

5x串行乘法器的激励函数和输出函数卡诺图

$$D_2 = \overline{x} \cdot \overline{y}_1 \cdot \overline{y}_0$$

$$D_1 = x \cdot \overline{y}_2$$

$$D_0 = x \cdot y_1 + y_1 \cdot y_0 + x \cdot y_2$$

$$Z = x \cdot y_2 + x \cdot y_0 + \overline{x} \cdot \overline{y}_2 \cdot \overline{y}_0$$

y_1y_0 \ xy_2			
1	0	1	0
0	d	d	1
0	d	d	1
1	d	d	0

Z

y_1y_0 \ xy_2			
1	1	0	0
0	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	0

D_2

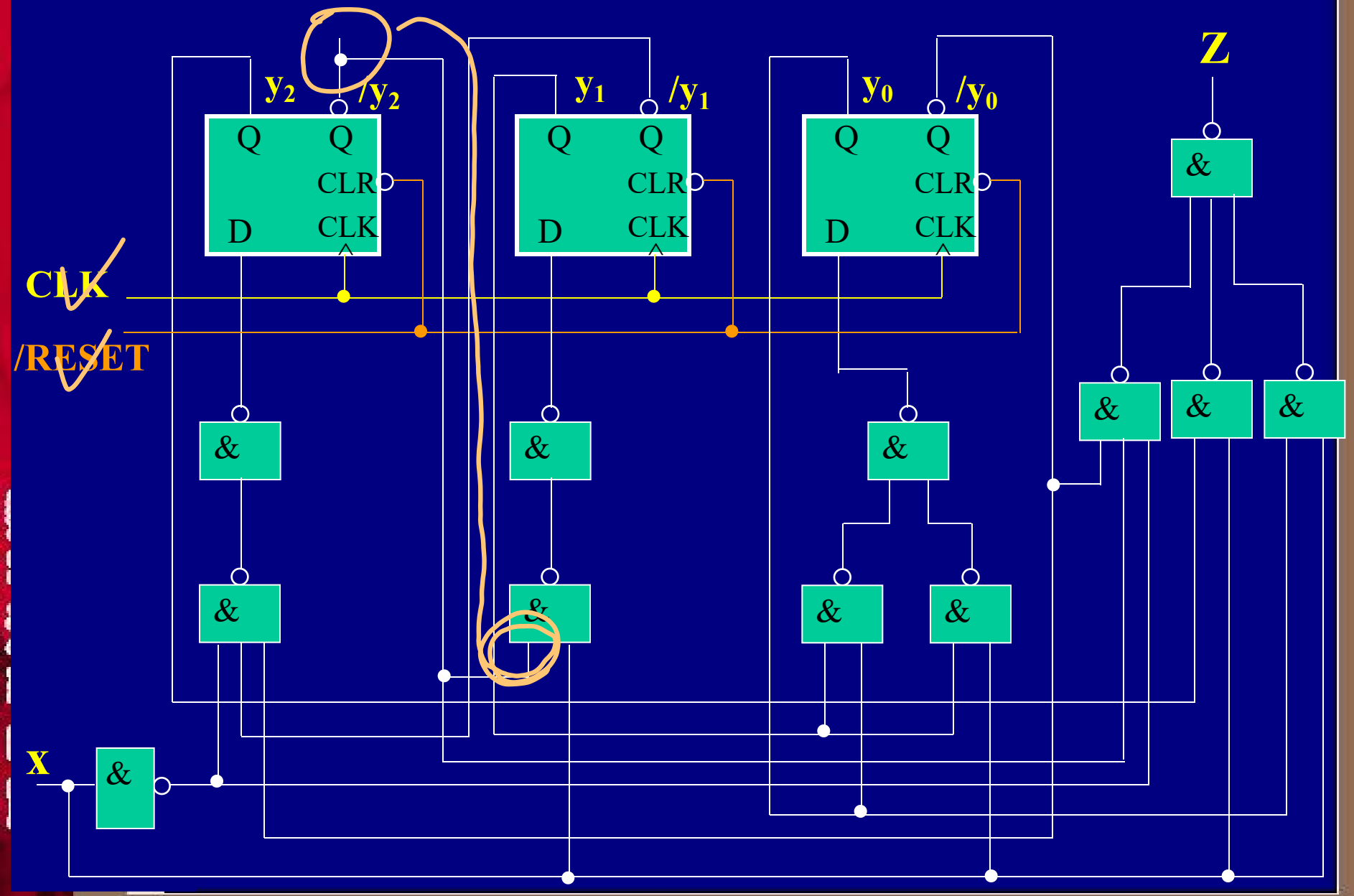
y_1y_0 \ xy_2			
0	0	0	1
0	d	d	1
0	d	d	1
0	d	d	1

D_1

y_1y_0 \ xy_2			
0	0	1	0
0	d	d	0
1	d	d	1
0	d	d	1

D_0

5X 串行乘法器的逻辑图



关于挂起现象的讨论

在状态分配中，有三个状态变量组合未使用，它们是101，110 及 111 ，因此需验证有无挂起现象。

从卡诺图可以看出：

① 对状态101时， x = 0→次态000/z=0；

x = 1→次态001/z=1。

②对状态110时， x = 0→次态000/z=0 ；

x = 1→次态001/z=1 。

③对状态111时， x = 0→次态001/z=0 ；

x = 1→次态001/z=1 。

y_1y_0 \ xy_2			
1	0	1	0
0	d	d	1
0	d	d	1
1	d	d	0

Z

y_1y_0 \ xy_2			
1	1	0	0
0	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	0

D_2

y_1y_0 \ xy_2			
0	0	0	1
0	d	d	1
0	d	d	1
0	d	d	1

D_1

y_1y_0 \ xy_2			
0	0	1	0
0	d	d	0
1	d	d	1
0	d	d	1

D_0

关于挂起现象的讨论

在状态分配中，有三个状态变量组 110 及 111 ，因此需验证有无挂起现象

从卡诺图可以看出：

① 对状态101时， x = 0→次态000/z=0；

x = 1→次态001/z=1。

②对状态110时， x = 0→次态000/z=0 ；

x = 1→次态001/z=1 。

③对状态111时， x = 0→次态001/z=0 ；

x = 1→次态001/z=1 。

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
101	000/0	001/1
110	000/0	001/1
111	001/0	001/1

0	d	d	1
0	d	d	1
1	d	d	0

Z

D_2

y_1y_0 \ xy_2			
1	1	0	0
0	d	d	0
0	d	d	0
0	d	d	0

D_1

y_1y_0 \ xy_2			
0	0	0	1
0	d	d	1
0	d	d	1
0	d	d	1

D_0

y_1y_0 \ xy_2			
0	0	1	0
0	d	d	0
1	d	d	1
0	d	d	1

y_2^{n+1} y_1^{n+1} y_0^{n+1} / Z

关于挂起现象的讨论

无挂起现象：

① 对状态101时，

x = 0 → 次态 000 /z=0 ；

x = 1 → 次态 001 /z=1 。

②对状态110时，

x = 0 → 次态 000 /z=0 ；

x = 1 → 次态 001 /z=1 。

③对状态111时，

x = 0 → 次态 001 /z=0 ；

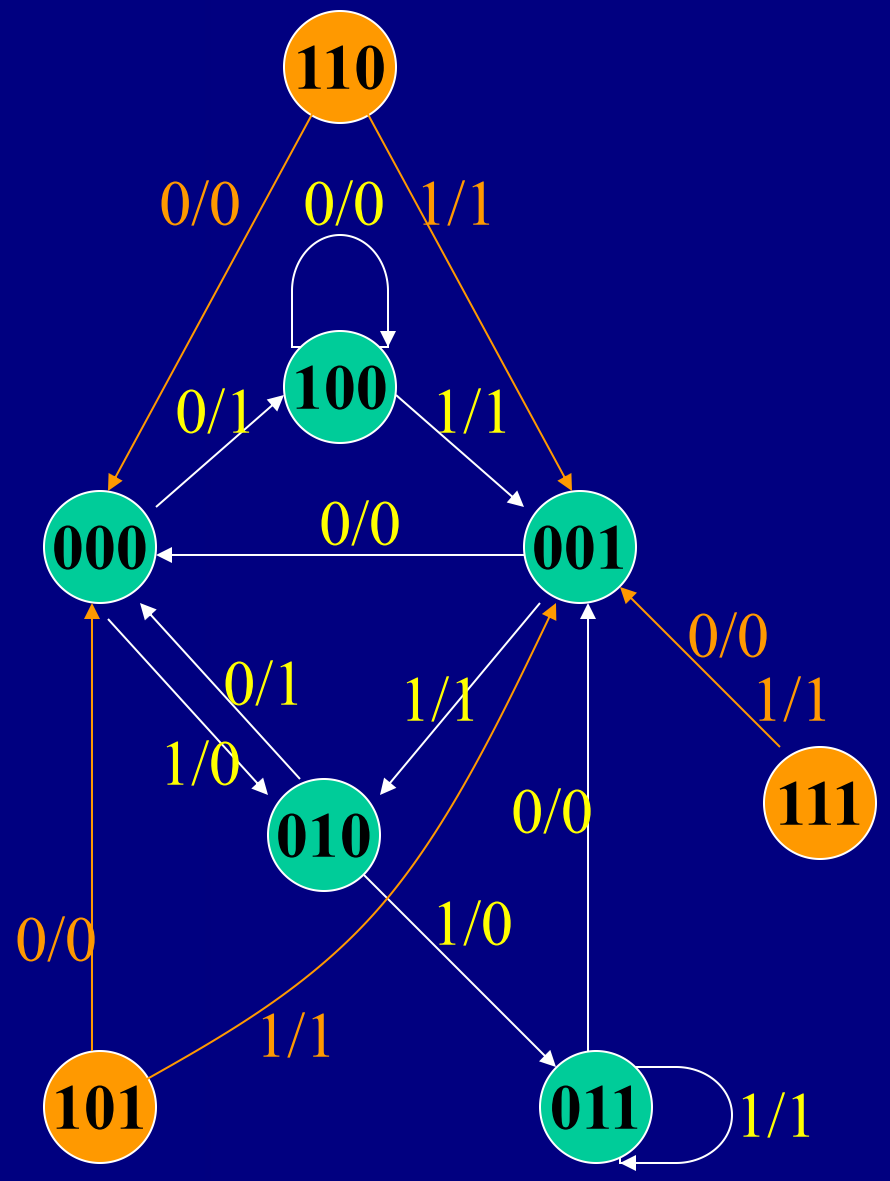
x = 1 → 次态 001 /z=1。

二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	100/1	010/0
001	000/0	010/1
010	000/1	011/0
011	001/0	011/1
100	100/0	001/1
101	000/0	001/1
110	000/0	001/1
111	001/0	001/1

$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/Z$

状态图

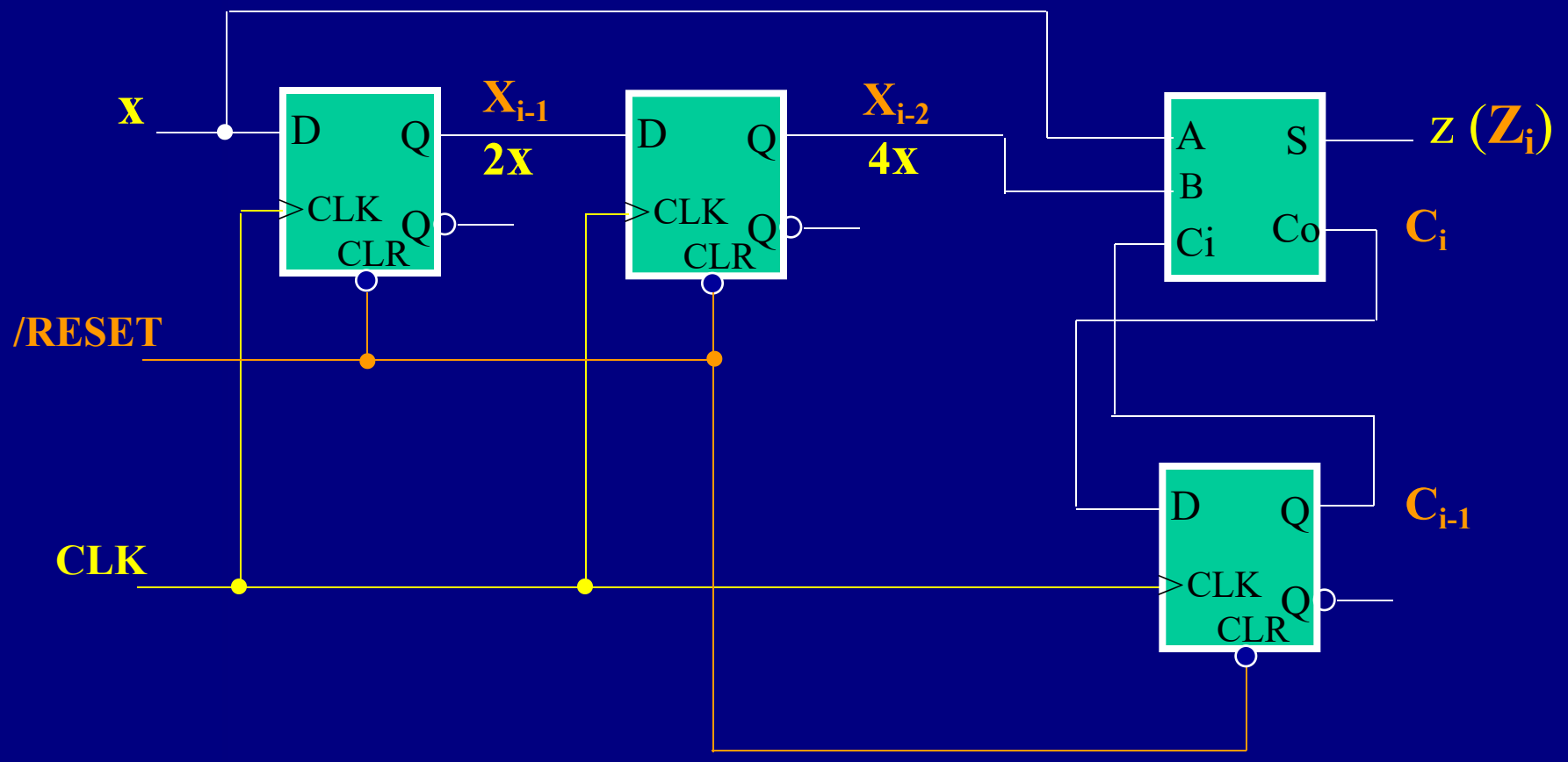


二进制状态表

$y_2y_1y_0$ \ x	0	1
000	100/1	010/0
001	000/0	010/1
010	000/1	011/0
011	001/0	011/1
100	100/0	001/1
101	000/0	001/1
110	000/0	001/1
111	001/0	001/1

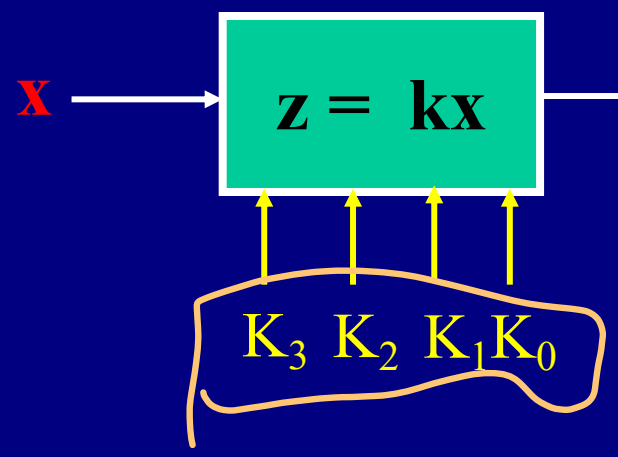
$y_2^{n+1}y_1^{n+1}y_0^{n+1}/Z$

功能设计方法：串行乘法器(Z = 5X)



试设计一个串行乘法器，具体要求如下：

设计一个 n 位串行乘法器，该乘法器有一个输入端 x、一个输出端 z 和四个控制端 $K_3 K_2 K_1 K_0$。输入 x 为由低位开始的二进制串行信号，输出 z 为另一个串行信号序列（也由低位开始输出），且 z = kx。其中 k 为控制端信号$K_3 K_2 K_1 K_0$所构成的二进制代码数值(0 ≤ k ≤ 15)。作业5.15



3个加法器

3个锁存D触发器

保进位

设输入即位数

9位. 8+1

同步时序电路的设计

步骤1　建立原始状态图(表)——只求逻辑正确

步骤2　状态化简

完全给定同步时序电路状态表的化简

不完全给定同步时序电路状态表的化简

化简方法、步骤，所用工具

步骤3　状态分配

状态编码的一般问题

相邻状态分配法

三个规则、改善效果

步骤4　触发器类型的选择及激励函数和输出函数的确定

D、JK、T触发器的激励表

作业

同步时序电路的设计

步骤1　建立原始状态图(表)——只求逻辑正确

步骤2　状态化简

完全给定同步时序电路状态表的化简

不完全给定同步时序电路状态表的化简

化简方法、步骤，所用工具

步骤3　状态分配

状态编码的一般问题

相邻状态分配法

三个规则、改善效果

步骤4　触发器类型的选择及激励函数和输出函数的确定

D、JK、T触发器的激励表

作业

同步时序电路的设计

步骤1　建立原始状态图(表)——只求逻辑正确

步骤2　状态化简

完全给定同步时序电路状态表的化简

不完全给定同步时序电路状态表的化简

化简方法、步骤，所用工具

步骤3　状态分配

状态编码的一般问题

相邻状态分配法

三个规则、改善效果

步骤4　触发器类型的选择及激励函数和输出函数的确定

D、JK、T触发器的激励表

作业