

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第五章 同步时序逻辑电路

主讲教师 | 赵贻竹

05

同步时序逻辑电路设计

状态化简

从原始状态表中消去多余状态，得到一个描述给定的逻辑功能的包含状态数目达到最少的状态表，即最简状态表或最小化状态表。

目标：简化电路结构

状态数目的多少直接决定电路中所需触发器数目的多少

同步时序逻辑电路设计

状态数和所需
触发器的关系



状态数： n ,



所需触发器： m



$$2^m \geq n > 2^{m-1}$$



观察法



输出分类法



隐含表法

化简方法

同步时序逻辑电路设计

等效状态

设状态 S_i 和 S_j 是完全确定状态表中的两个状态，若对于所有可能的输入序列，分别从状态 S_i 和状态 S_j 出发，所得到的输出响应序列完全相同，则状态 S_i 和 S_j 是等效的，记作 (S_i, S_j) ，又称状态 S_i 和 S_j 为等效对。

状态化简

等效状态的判断方法

若状态 S_i 和 S_j 是完全确定的原始状态表中的两个现态，则 S_i 和 S_j 等效的条件为在一位输入的各种取值组合下满足两条：



第一，输出相同



第二，次态属于下列情况之一



a. 次态相同



b. 次态交错或为各自的现态



c. 次态循环或为等效对

状态化简



次态相同



当 $X=0$ 时，现态A、B的次态相同



次态交错



当 $X=0$ 时，现态C、D的次态交错；

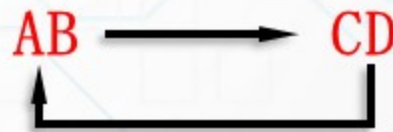


次态循环



当 $X=1$ 时，现态A、B的次态为C、D，而现态C、D的次态为A、B，构成次态循环

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
A	B/0	C/1
B	B/0	D/1
C	D/0	A/0
D	C/0	B/0



■ 状态化简

等效状态的性质



等效状态具有传递性



假若 S_1 和 S_2 等效, S_2 和 S_3 等效, 则 S_1 和 S_3 等效

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

状态化简



- 由若干彼此等效的状态构成的集合
- 在同一个等效类中的任意两个状态都是等效的
 $(S_1, S_2), (S_2, S_3) \longrightarrow \{S_1, S_2, S_3\}$
- 广义的概念，两个及以上状态可以组成一个等效类

一个状态也可以称为等效类

任何状态和它自身必然是等效的

■ 状态化简

最大等效类: 不被任何别的等效类所包含的等效类

注意



最大，并不是指包含的状态最多，而是指它的独立性



即使是一个状态，只要它不被包含在别的等效类中，也是最大等效类



状态化简步骤

1 做隐含表



直角三角形阶梯网格



每个方格代表一个状态对



状态化简

B					
C					
D					
E					
F					
	A	B	C	D	E

	1班	2班	3班	4班
1班		48:32		25:8
2班	32:48		33:10	
3班		10:33		
4班	8:25			

状态化简步骤

1 做隐含表



- 直角三角形阶梯网格
- 每个方格代表一个状态对

3 求最大等效类



- 等效状态的传递性
- 各最大等效类之间不存在同一个状态
- 每个状态都必须属于一个最大等效类
- 最大等效类的个数即化简后状态数

2 找等效对



- 顺序比较
- 等效？不等效？待定？
- 关联比较

4 状态合并



状态化简

例

化简下表所示原始状态表。

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
A	C/0	B/1
B	F/0	A/1
C	F/0	G/0
D	D/1	E/0
E	C/0	E/1
F	C/0	G/0
G	C/1	D/0

状态化简

作隐含表

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
A	C/0	B/1
B	F/0	A/1
C	F/0	G/0
D	D/1	E/0
E	C/0	E/1
F	C/0	G/0
G	C/1	D/0

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

状态化简

寻找等效对---顺序比较

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
A	C/0	B/1
B	F/0	A/1
C	F/0	G/0
D	D/1	E/0
E	C/0	E/1
F	C/0	G/0
G	C/1	D/0

B	CF					
C	×	×				
D	×	×	×			
E	BE	<u>AE</u> <u>CF</u>	×	×		
F	×	×	✓	×	×	
G	×	×	×	<u>CD</u> <u>DE</u>	×	×
	A	B	C	D	E	F

状态化简

寻找等效对---关联比较

AB \rightarrow CF (A,B)

AE \rightarrow BE \Rightarrow $\begin{cases} AE \\ CF \end{cases}$ ✓


(A,E) (B,E)

DG \Rightarrow $\begin{cases} CD \times \\ DE \times \end{cases}$

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

状态化简

寻找等效对---等效对


 (A, B) (A, E)
 (B, E) (C, F)

最大等效类

 $\{A, B, E\}$
 $\{C, F\}$
 $\{D\}$ $\{G\}$

B	\checkmark_{CF}					
C	\times	\times				
D	\times	\times	\times			
E	\checkmark_{BE}	$\frac{AE}{CF}$	\times	\times		
F	\times	\times	\checkmark	\times	\times	
G	\times	\times	\times	$\frac{CD}{DE}$	\times	\times
	A	B	C	D	E	F

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
A	C/0	B/1
B	F/0	A/1
C	F/0	G/0
D	D/1	E/0
E	C/0	E/1
F	C/0	G/0
G	C/1	D/0

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
a	C/0	a/1
a	F/0	a/1
C	F/0	G/0
D	D/1	a/0
a	C/0	a/1
F	C/0	G/0
G	C/1	D/0

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
a	b/0	a/1
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
D	D/1	a/0
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
G	b/1	D/0

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
a	b/0	a/1
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
c	c/1	a/0
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
G	b/1	c/0

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
a	b/0	a/1
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
c	c/1	a/0
a	b/0	a/1
b	b/0	G/0
d	b/1	c/0

状态化简

状态合并



$\{A, B, E\} \rightarrow a$



$\{C, F\} \rightarrow b$



$\{D\} \rightarrow c$



$\{G\} \rightarrow d$

现态	次态/输出	
	X=0	X=1
a	b/0	a/1
b	b/0	d/0
c	c/1	a/0
d	b/1	c/0

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 赵贻竹

05