

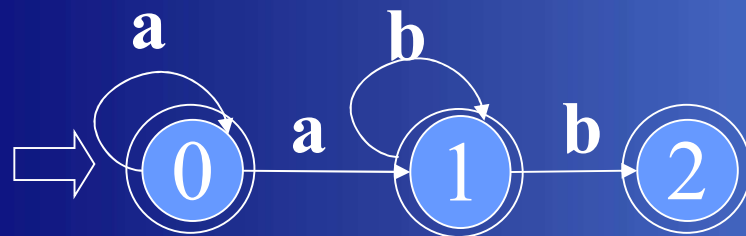
# 第三章

# 词法分析

广东工业大学计算机学院

# NFA: 练习

- 练习1 如图的FA M 是NFA吗?  $L(M)=?$

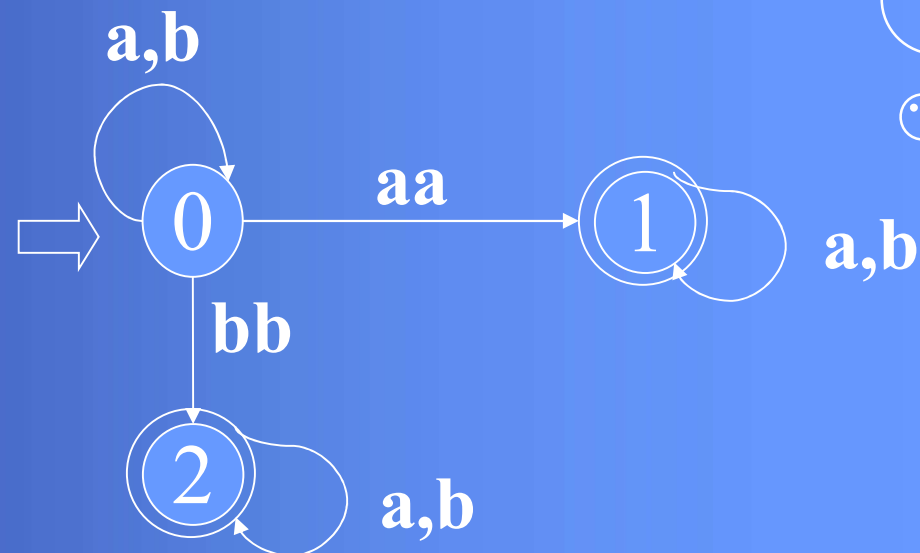


- 是NFA

- $L(M)$

$$= \{a^m b^n \mid m, n \geq 0\}$$

- 练习2 如图的FA M 是NFA吗?  $L(M)=?$



- 是NFA

- $L(M) = \{\text{所有含有相继两个a或相继两个b的字}\}$

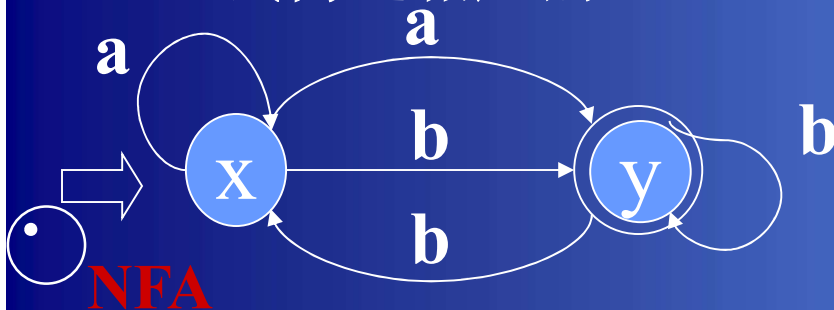
# NFA确定化：练习1

- 设有NFA  $M = (\{x, y\}, \{a, b\}, \delta, x, \{y\})$ , 其中 $\delta$ 定义如下:

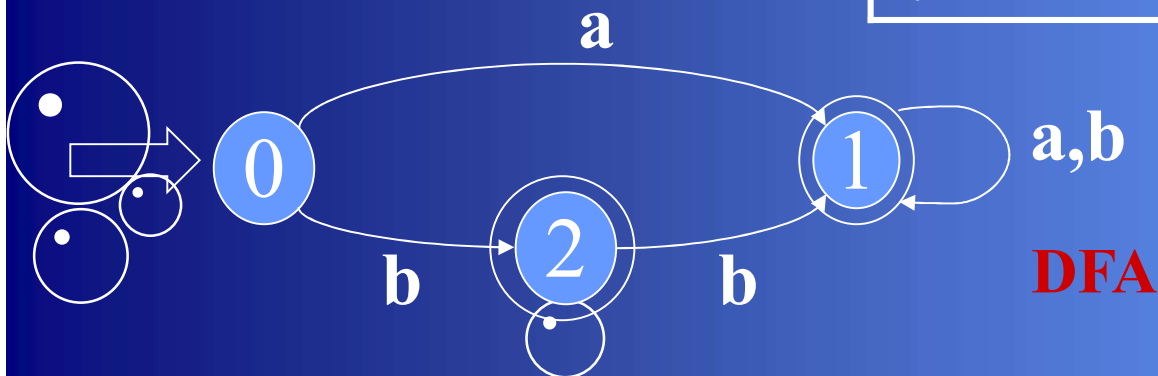
$$\delta(x, a) = \{x, y\} \quad \delta(x, b) = \{y\}$$

$$\delta(y, a) = \varnothing \quad \delta(y, b) = \{x, y\}$$

试构造相应的 DFA  $M'$ 。



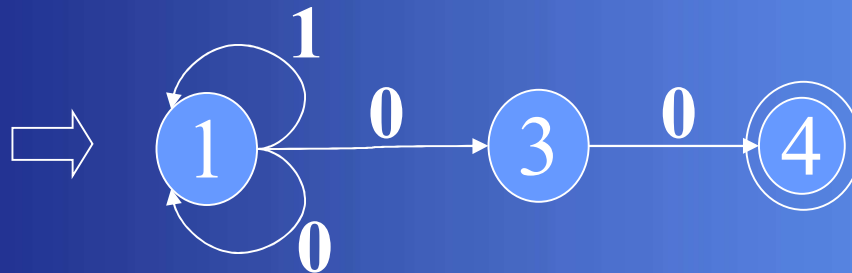
I	$I_a$	$I_b$
{x}    0	{x,y}   1	{y}    2
{x,y}   1	{x,y}   1	{x,y}   1
{y}    2		{x,y}   1



# NFA确定化：练习2

给出接受在字母表{0,1}上所有以00结束的串的  
DFA:

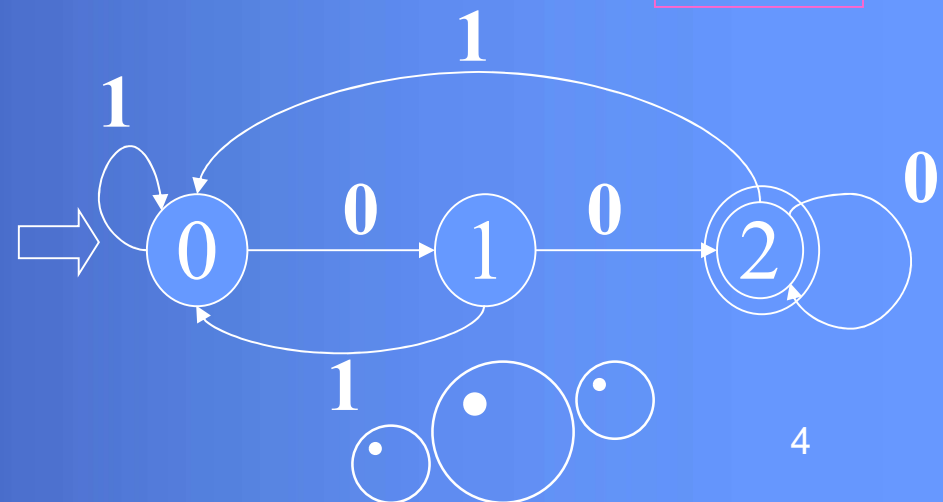
NFA



确定化

DFA

I		$I_0$	$I_1$
{1}	0	{1,3} 1	{1} 0
{1,3}	1	{1,3,4} 2	{1} 0
{1,3,4}	2	{1,3,4} 2	{1} 0



# 本课内容

- 3.5 正规式和有穷自动机的等价性



# 正规式和有穷自动机的等价性

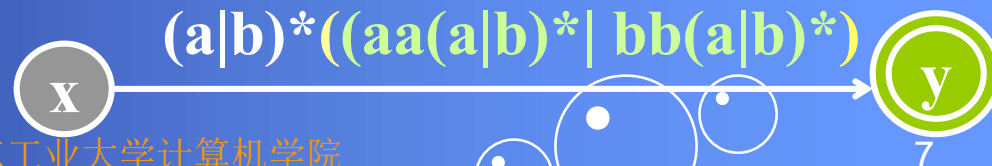
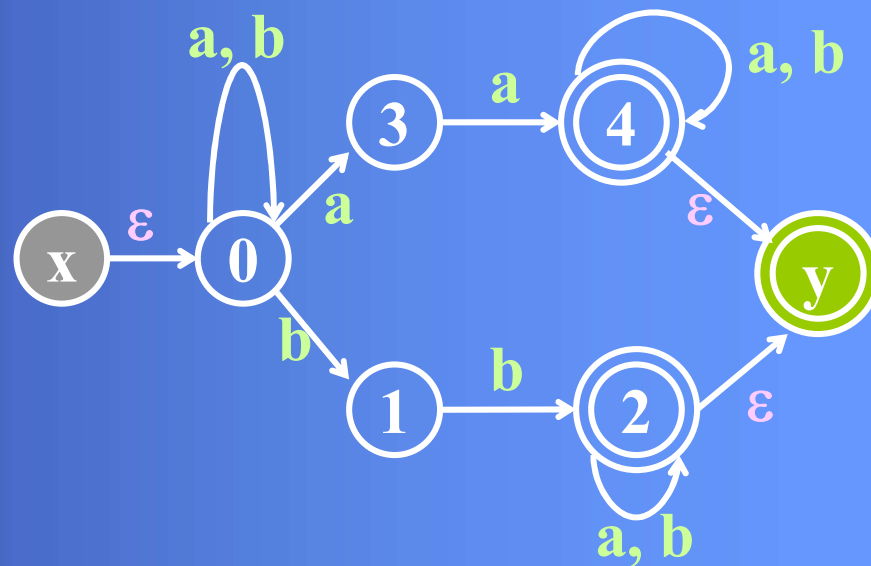
- 正规式和有穷自动机的等价性由以下两点说明：
- 1. 对于 $\Sigma$ 上的NFA  $M$ ，可以构造一个 $\Sigma$ 上的正规式 $r$ ，使得 $L(r) = L(M)$ 。
- 2. 对于 $\Sigma$ 上的每个正规式 $r$ ，可构造一个 $\Sigma$ 上的NFA  $M$ ，使得 $L(M) = L(r)$ 。
- 下面将介绍正规式和有穷自动机相互转换的方法。

# 1. 有穷自动机 $\Rightarrow$ 正规式

- 有穷自动机  $\Rightarrow$  正规式的基本思想：
- 逐步减少有穷自动机的结点，同时使得连接结点之间的弧所带的字符串“越来越复杂”，最终使得自动机只有两个结点和一条弧。

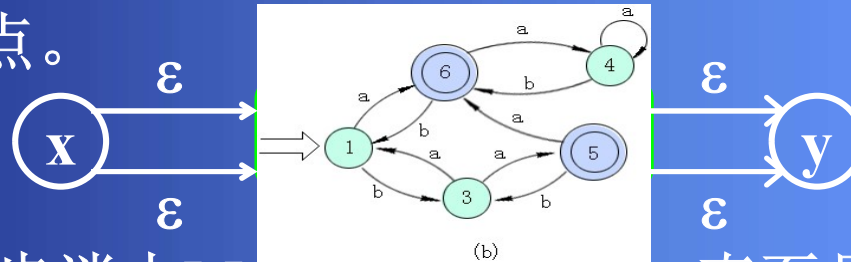
- 两个结点：初态和终态

- 一条弧：连接初态和终态，弧上的字符串就是所求的正规式。



# 1. 有穷自动机 $\Rightarrow$ 正规式的步骤

- 第一步：增加两个状态 $x$ 、 $y$ 。从 $x$ 结点用 $\epsilon$ 弧连接到NFA  $M$ 的所有初态结点，从 $M$ 的所有终态结点中用 $\epsilon$ 弧连接到 $y$ 结点。



- 第二步：逐步消去 $M$ 中的所有结点，直至只剩下 $x$ 、 $y$ 结点。在消结过程中，逐步用正规式来标记弧，消结规则如下：

- 1. 对于  $1 \xrightarrow{r_1} 2 \xrightarrow{r_2} 3$  代之为  $1 \xrightarrow{r_1 r_2} 3$

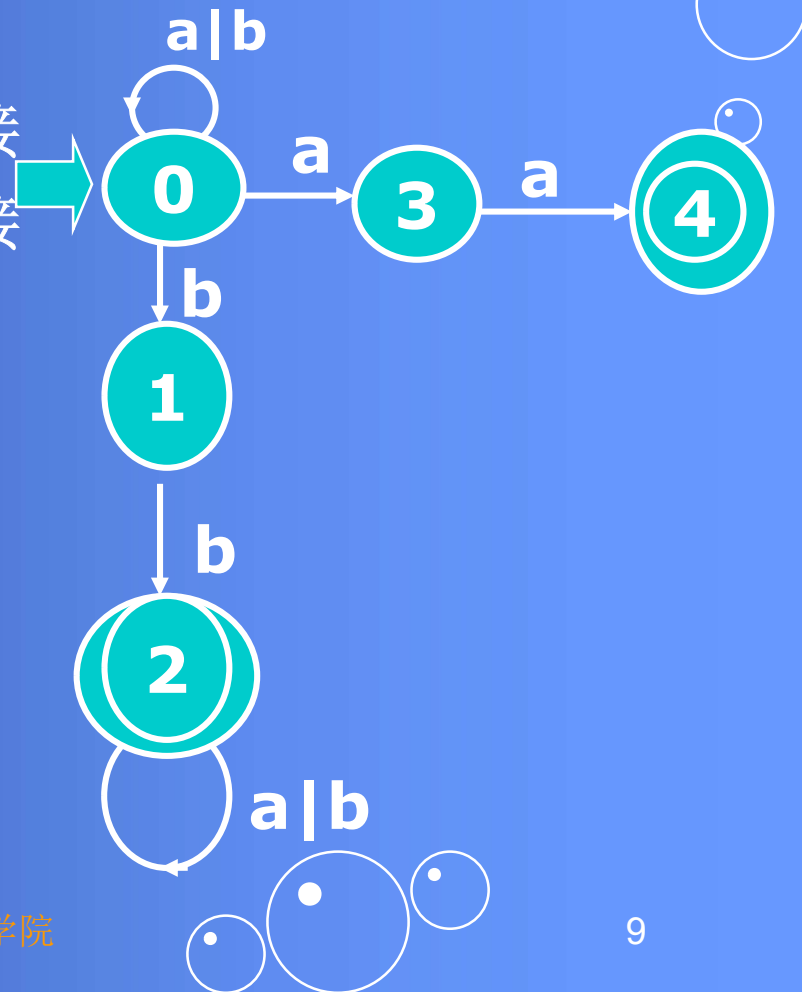
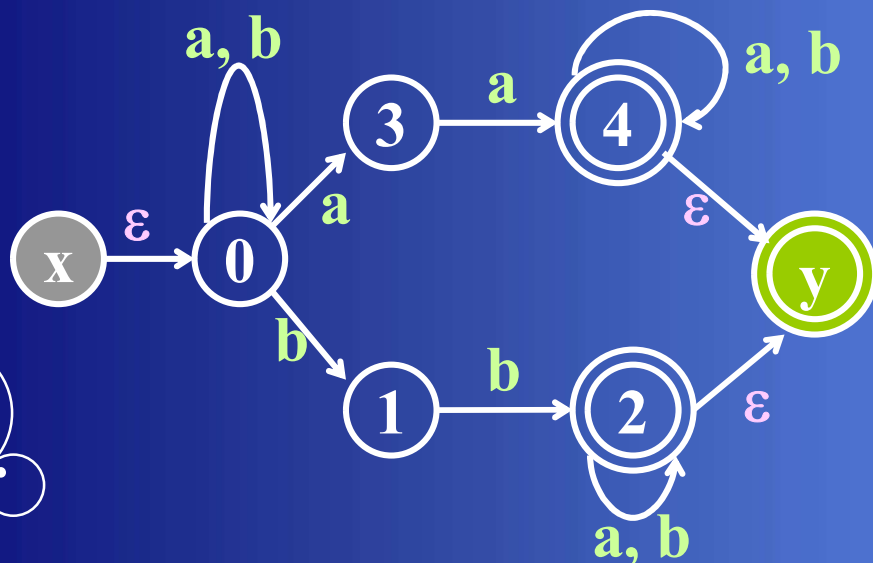
- 2. 对于  $1 \xrightarrow{r_1} 3$  代之为  $1 \xrightarrow{r_1 | r_2} 3$

- 3. 对于  $1 \xrightarrow{r_1} 2 \xrightarrow{r_2} 2 \xrightarrow{r_3} 3$  代之为  $1 \xrightarrow{r_1 r_2^* r_3} 3$



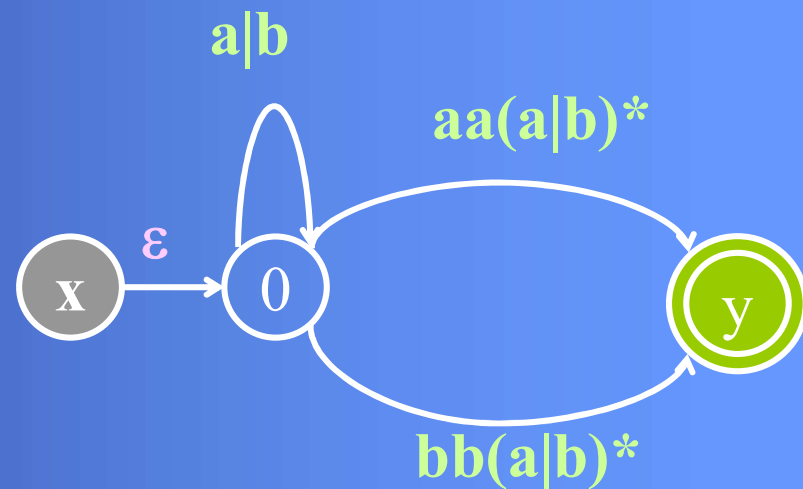
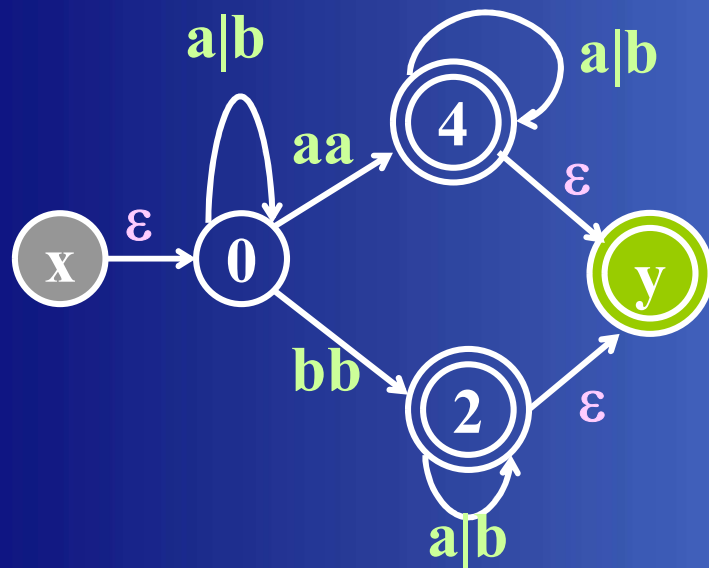
# 有穷自动机 $\Rightarrow$ 正规式举例

- 求右图所示的NFA N的正规式。
- 第一步：增加两个状态x、y。
- x状态用 $\epsilon$ 弧与所有初态结点连接
- 所有终态结点用 $\epsilon$ 弧与y状态连接



# 有穷自动机 $\Rightarrow$ 正规式举例(续1)

- 第二步：逐步消去N中的结点

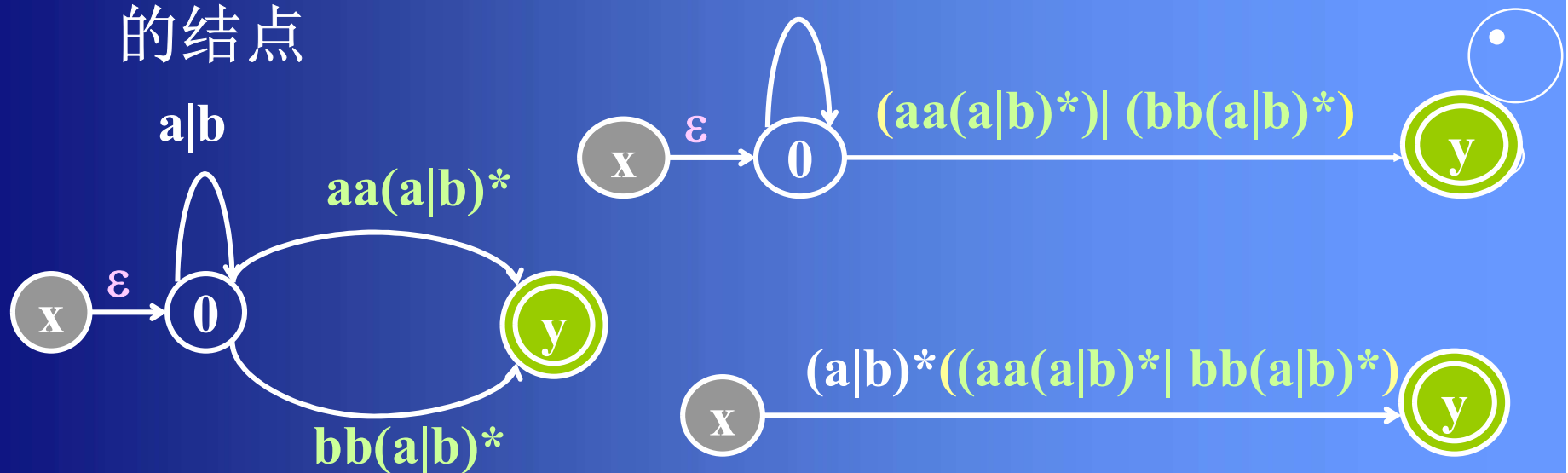


- 使用规则3:



# 有穷自动机 $\Rightarrow$ 正规式举例(续2)

- 第二步：逐步消去N中  $a|b$  的结点

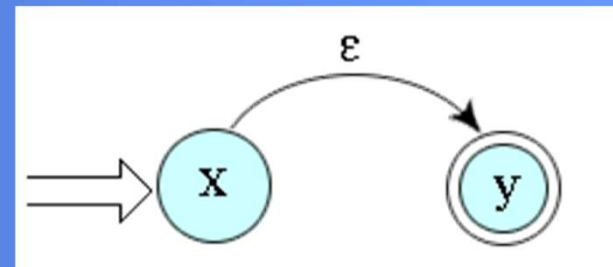


- 使用规则：  $1 \xrightarrow{r_1} 3 \xrightarrow{r_2} 1$  代之为  $1 \xrightarrow{r_1|r_2} 3$

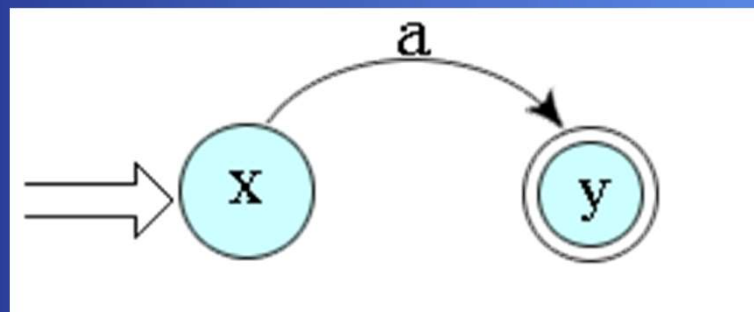


## 2. 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机

- “语法制导”方法：按正规式的语法结构指引构造过程，将正规式分解成一系列子表达式，然后使用如下规则构造NFA。(P56)
- 1. ① 对于正规式 $\emptyset$ ，所构造的NFA为：
- ② 对于正规式 $\epsilon$ ，所构造的NFA为：

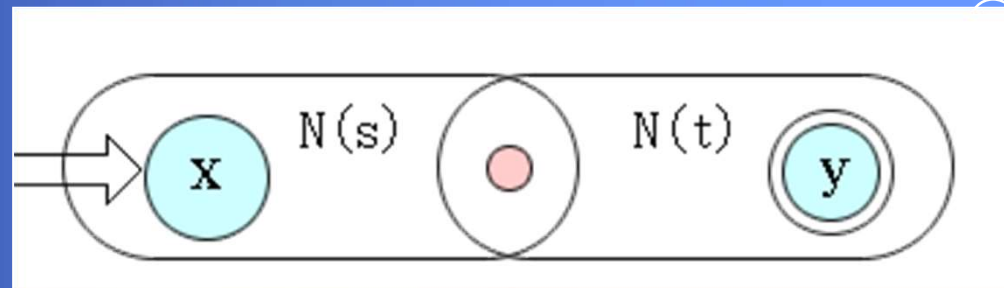
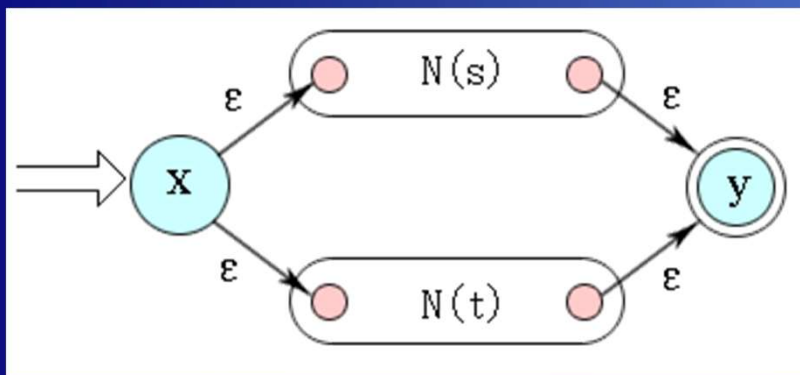


- ③ 对于正规式 $a$ ,  $a \in \Sigma$ , 所构造的NFA为：



## 2. 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机(续)

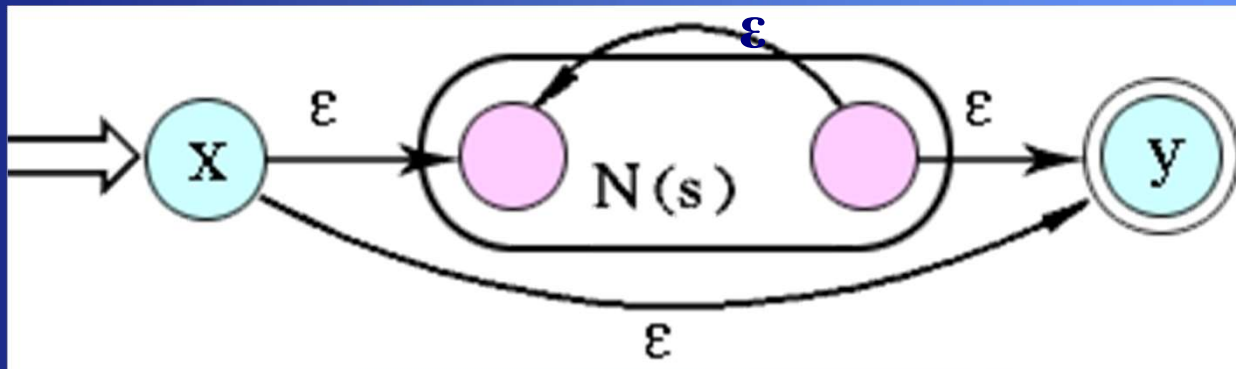
- 2. 若 $s$ 、 $t$ 为 $\Sigma$ 上的正规式，相应的NFA为 $N(s)$ 和 $N(t)$ ，则：
- ① 对于正规式 $r = s|t$ ，所构造的NFA( $r$ )为：
- ② 对于正规式 $r = st$ ，所构造的NFA( $r$ )为：



- ② 其中：
- $N(s)$ 的初态成了 $N(r)$ 的初态
- $N(t)$ 的终态成了 $N(r)$ 的终态
- $N(s)$ 的终态与 $N(t)$ 的初态合并为 $N(r)$ 的一个既不是初态也不是终态的状态。

## 2. 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机(续)

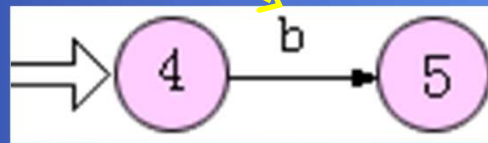
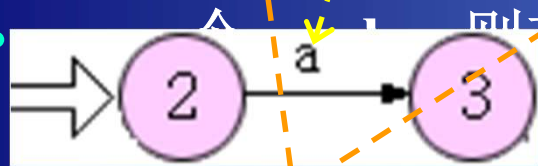
- 2. ③ 对于正规式  $r = s^*$ ,  $NFA(r)$ 为:



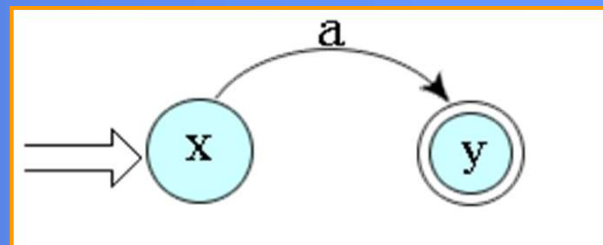
- ③ 其中:
- x和y分别是 $NFA(r)$ 的初态和终态
- 从x引 $\epsilon$ 弧到 $N(s)$ 的初态, 从 $N(s)$ 的终态引 $\epsilon$ 弧到y,
- 从x到y引 $\epsilon$ 弧, 同样 $N(s)$ 的终态可沿 $\epsilon$ 弧的边直接回到 $N(s)$ 的初态。
- 引入x和y后,  $N(s)$ 的初态或终态不再是 $N(r)$ 的初态和终态

# 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机举例

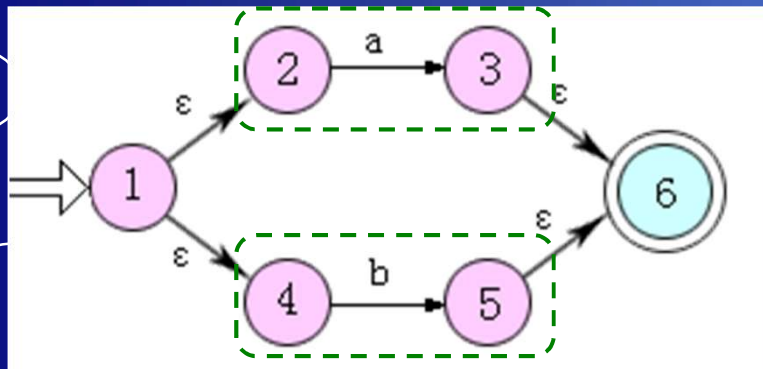
- 例：为  $r = (a|b)^*abb$  构造 NFA  $N$ ，使得  $L(N) = L(r)$ 。
- 解：从左到右分解，令  $r_1 = a$ ，即最左第一个  $a$ ，则有



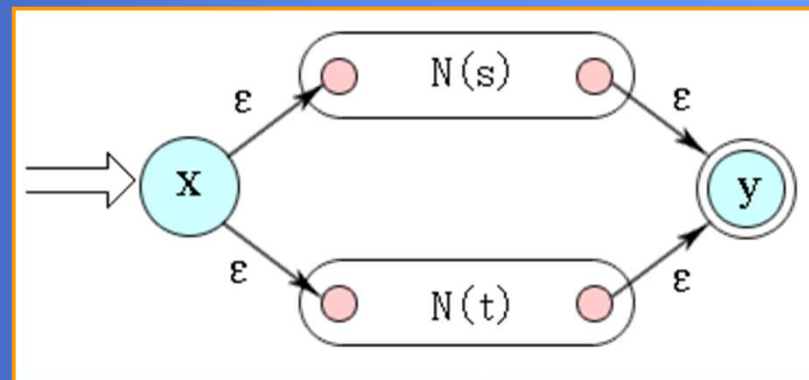
正规式  $a \Rightarrow$  NFA 的规则



- 令  $r_3 = r_1 | r_2$ ，则有：

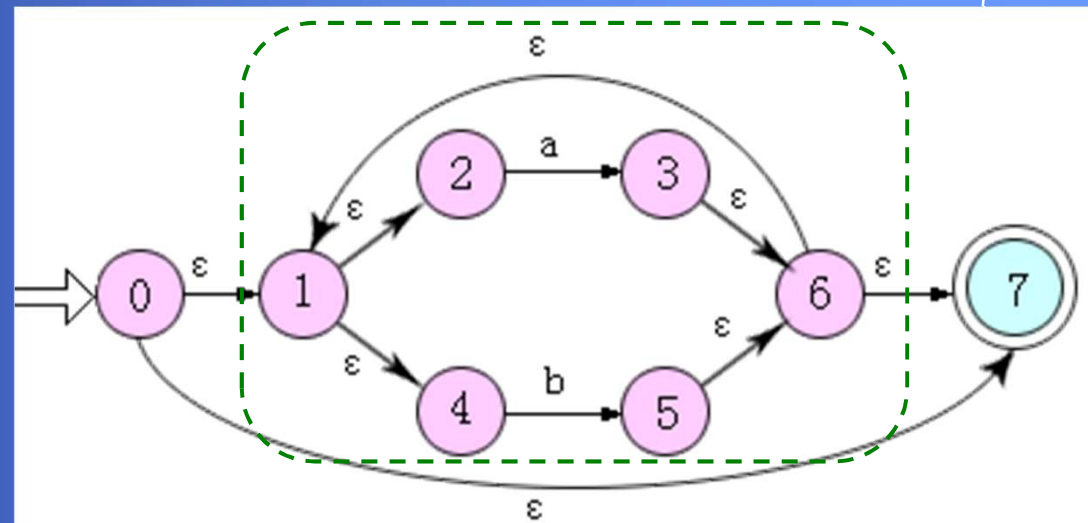
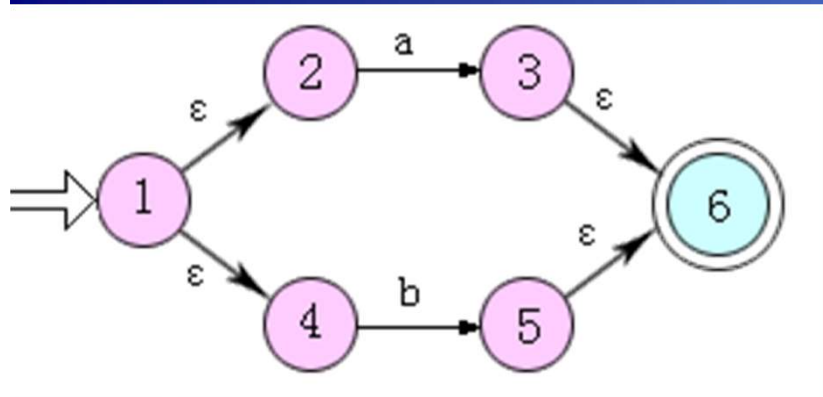


正规式  $r = s | t \Rightarrow$  NFA 的规则

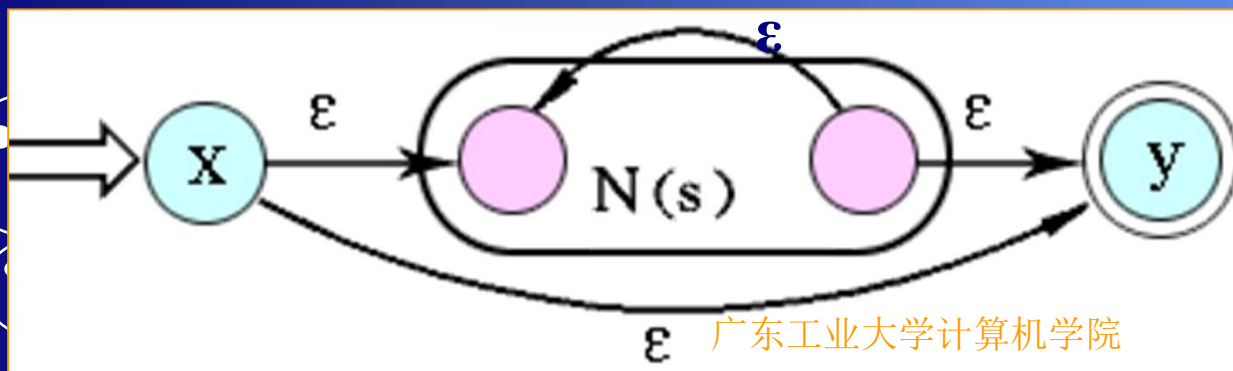


# 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机举例(续1)

- 例：为  $r = (a|b)^*abb$  构造NFA  $N$ ，使得  $L(N) = L(r)$ 。
- 解：令  $r_4 = r_3^*$ ，则有：



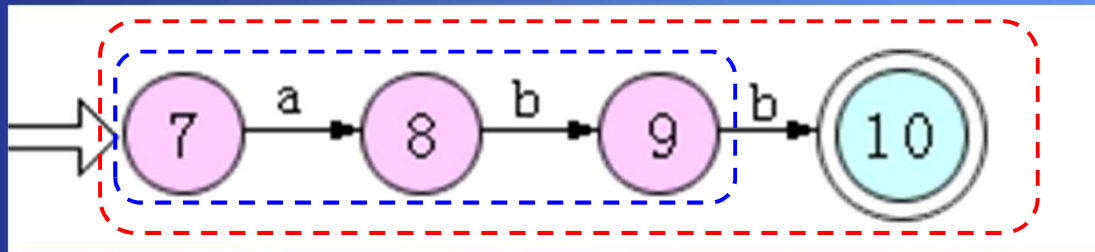
正规式  $r = s^* \Rightarrow$  NFA的规则



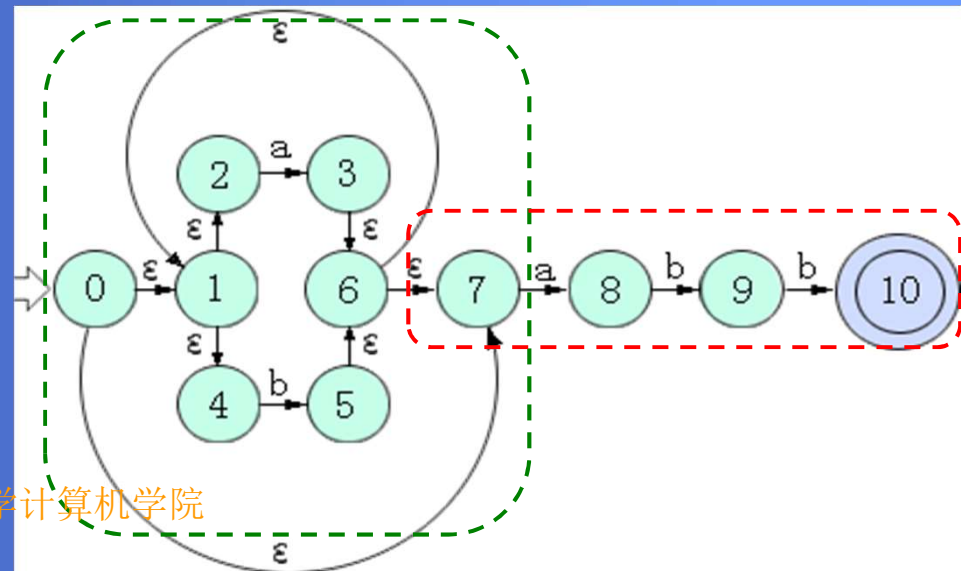
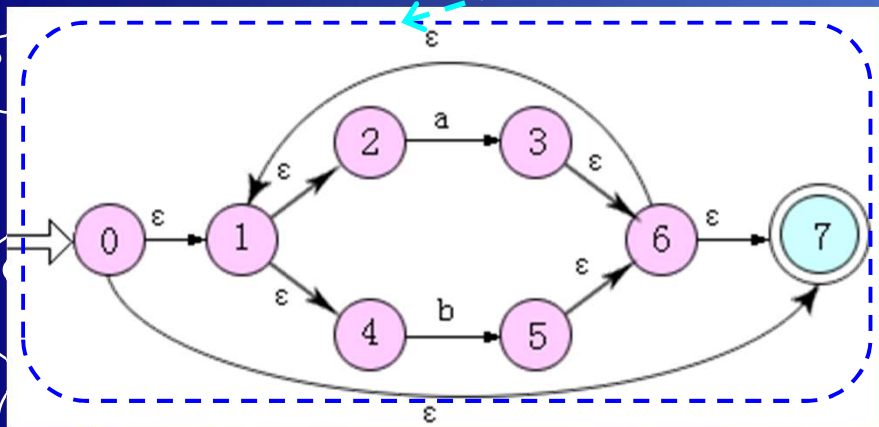


# 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机举例(续2)

- 例：为 $r = (a|b)^*abb$ 构造NFA  $N$ ，使得 $L(N) = L(r)$ 。
- 解(续)：令 $r_5 = a$ ， $r_6 = b$ ， $r_7 = b$ ， $r_8 = r_5 r_6$ ， $r_9 = r_8 r_7$ ，则有：

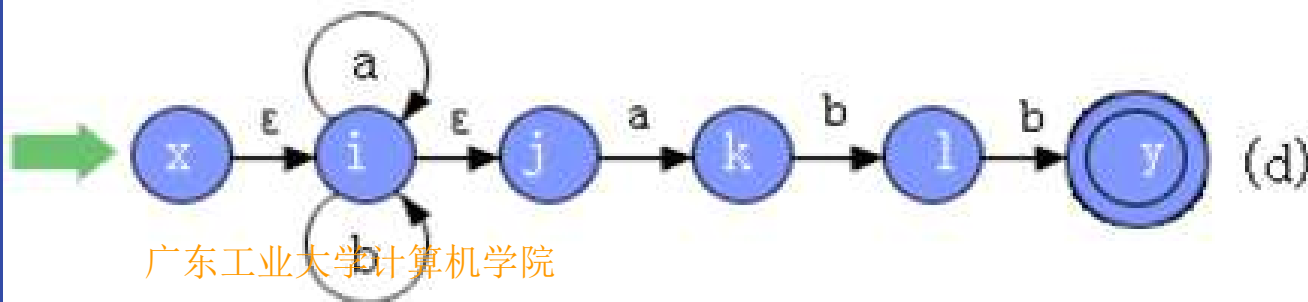
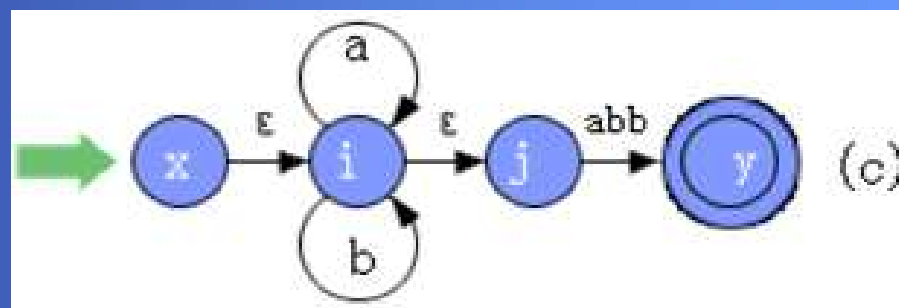
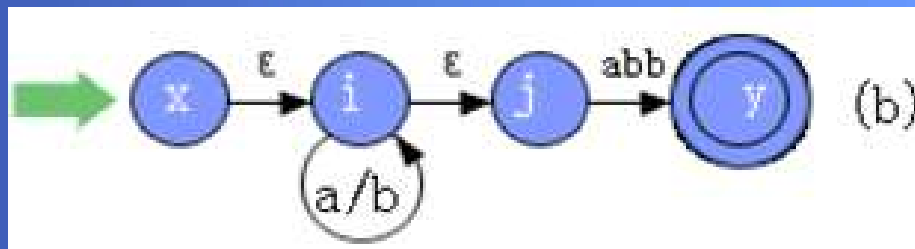
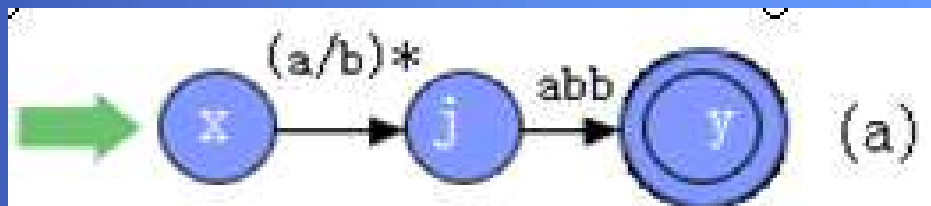


- 令 $r_{10} = r_4 r_9$ ，其中 $r_4 = (a|b)^*$ ，则有：



# 正规式 $\Rightarrow$ 有穷自动机举例(续2)

- 其实，分解 $r$ 的方式很多。
- 对 $r = (a|b)^*abb$ ，下图表明另一种分解方式和所构造的NFA  $N$ 。
- 基本思想：从顶层开始，逐步分解正规式，直到不能细分为止
- 此结果与刚才的方法得到的结果形式上不同，但都能等价于同一个DFA。



# 小结

- 词法分析器的构造过程:

正规式→NFA→DFA→最小化DFA→词法分析器(即DFA状态转换矩阵 --- 分析表)

# 作业

- P64——第9周星期一交
- 1 (2) (3) 只需得到NFA
- 2
- 3
- 4
- 9

- 作业格式:
- (1) 在每一次的作业开头, 需要写上日期和页码:
- 例如第五周星期二(P64)
- (2) 每道题目的题号要写清楚