

# 第三章：语法分析

LR(0) 语法分析

# 例子

构造下列文法的LR(0)状态机。

G[S]:

$S \rightarrow aAd^{\langle 1 \rangle}$

$A \rightarrow Bc^{\langle 2 \rangle}$

$B \rightarrow b^{\langle 3 \rangle}$

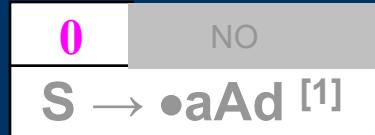
构造过程:

$G[S]$ :

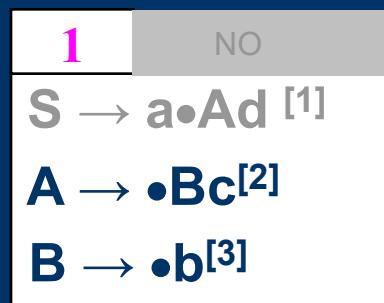
$$S \rightarrow aAd^{[1]}$$

$$A \rightarrow Bc^{[2]}$$

$$B \rightarrow b^{[3]}$$



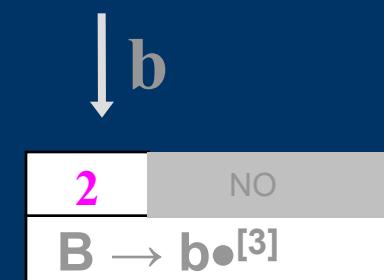
↓ a



A



d



B



c



$G_{[S]}$  的 LRSM<sub>0</sub>

## 1. 活前缀状态机提供的语法分析信息

**1、移入信息：**如果活前缀状态机中状态 $IS_i$ 包含形如 $A \rightarrow \alpha \bullet a\beta$ 的项目，即 $IS_i$ 有 $a$ 的输出边，其中 $a$ 是终极符，则表示 $IS_i$ 状态遇当前输入符为 $a$ 时应将其移入符号栈，状态机沿着其 $a$ 的输出边转向其后继状态。

**2、归约信息：**如果状态 $IS_i$ 包含形如 $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n \bullet$ 的项目，则表示 $IS_i$ 状态可按该产生式做归约动作，约后状态机回退 $n$ 个( $Y_1 Y_2 \dots Y_n$ 的长度)状态至状态 $IS_j$ ，随后沿着 $IS_j$ 的 $X$ 输出边转向其后继状态。

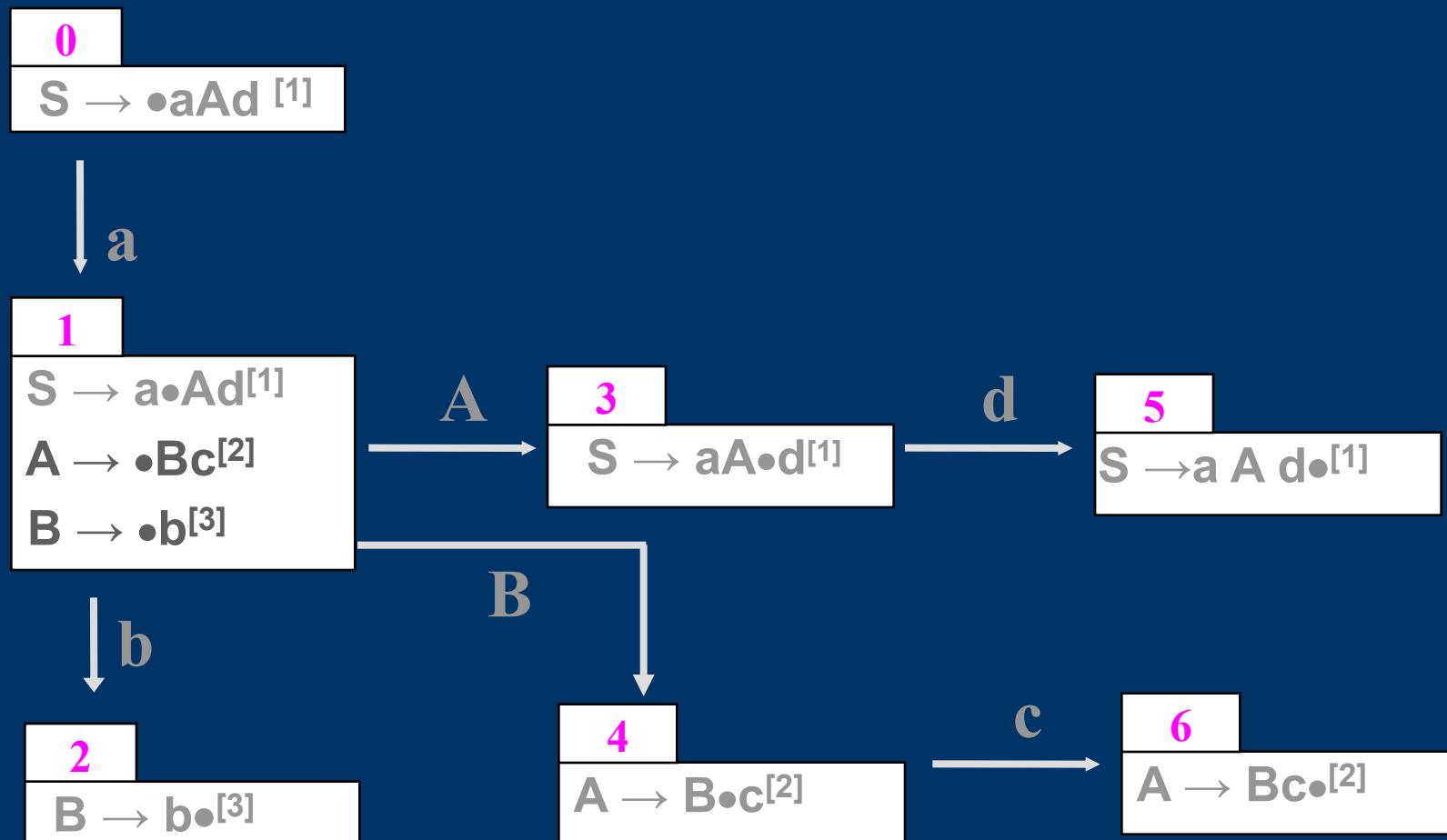
# 语法分析过程的直观描述:

a b c d #

符号栈

#	a	B	d			
0	1	3	5			

状态栈



# 活前缀状态机提供的语法分析信息（续）

设当前格局是：

#	$X_1$	$X_2$	...	$X_k$	...	$X_t$
$S_{i0}$	$S_{i1}$	$S_{i2}$	...	$S_{ik}$	...	$S_{it}$

$a_i a_{i+1} \dots a_n \#$

移入动作：设 $S_{it}$ 的 $a_i$ 输入边所指向的状态为 $S^*$

#	$X_1$	$X_2$	...	$X_k$	...	$X_t$	$a_i$
$S_{i0}$	$S_{i1}$	$S_{i2}$	...	$S_{ik}$	...	$S_{it}$	$S^*$

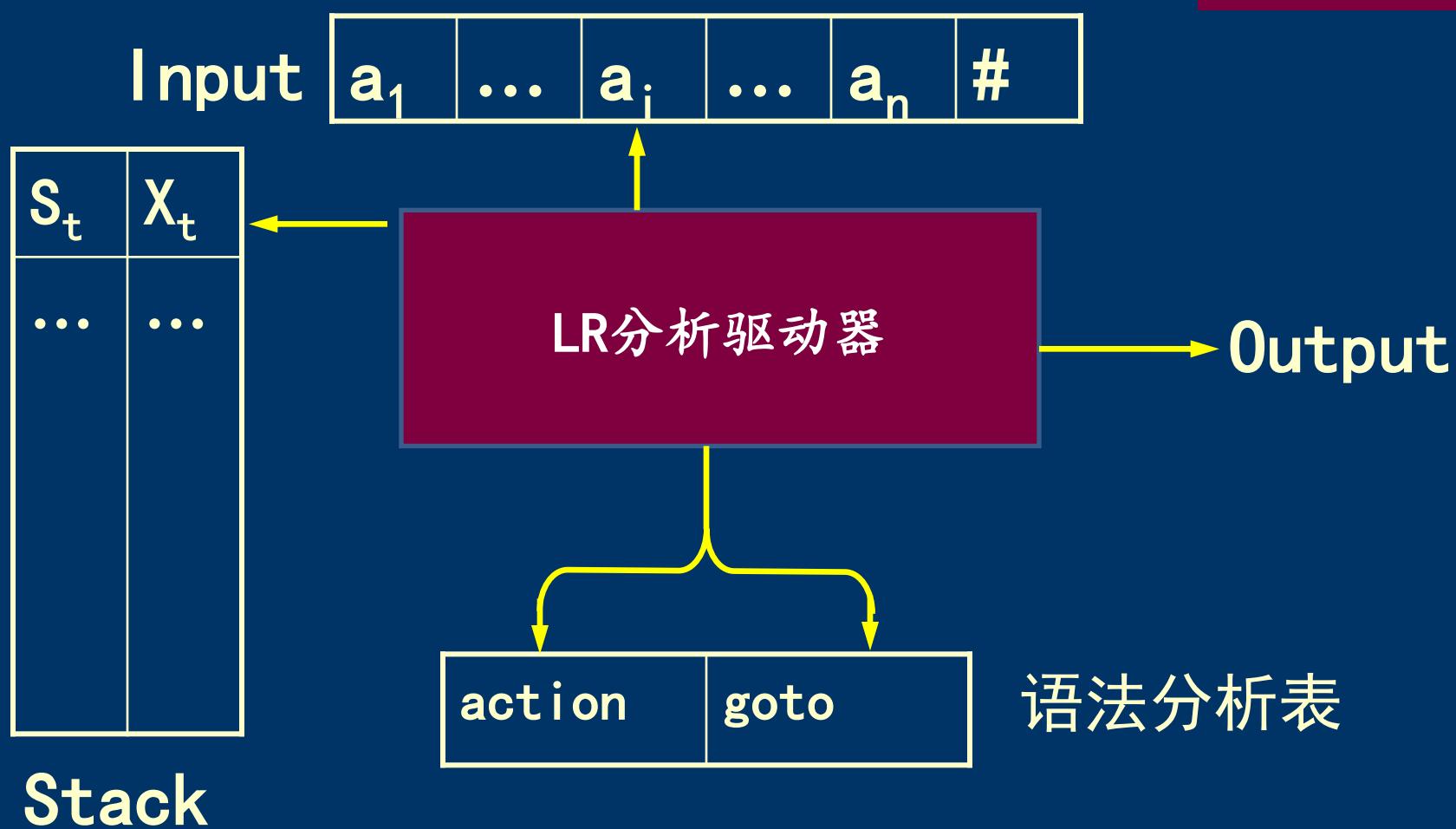
归约动作：设按 $A \rightarrow X_{k+1}X_{k+2}\dots X_t$ 进行归约，则首先归约为 $A$

#	$X_1$	$X_2$	...	$X_k$	$A$
$S_{i0}$	$S_{i1}$	$S_{i2}$	...	$S_{ik}$	

$S_{ik}$ 的 $A$ 输出边所指向的状态设为 $S^*$ ，则格局变为：

#	$X_1$	$X_2$	...	$X_k$	$A$
$S_{i0}$	$S_{i1}$	$S_{i2}$	...	$S_{ik}$	$S^*$

## 2. LR分析模型



## 2.1 LR分析表

- ◆ Action表：

状态  $\times (V_T \cup \{\#\}) \rightarrow$  动作

动作包括：Shift / Reduce / Accept / Error (移入、归约、成功、失败)

- ◆ Goto表：

状态  $\times V_N \rightarrow$  状态 | error

## 2. 2 LR(0) 分析表的构造

假设  $IS_k$  为 LR(0) 项目集，

**action 矩阵：**

1. 若  $A \rightarrow \alpha \bullet a \beta \in IS_k$ , 且  $GO(IS_k, a) = IS_i$ ,  $a \in V_T$ , 则  $action(IS_k, a) = S_i$ , 表示移入动作。
2. 若  $A \rightarrow \alpha \bullet \in IS_k$ , 则对任意  $a \in V_T \cup \{\#\}$ , 令  $action(IS_k, a) = R_j$ , 其中产生式  $A \rightarrow \alpha$  的编号为  $j$ , 表示用编号为  $j$  的产生式进行归约。
3. 若  $Z \rightarrow \alpha \bullet \in IS_k$ , 且  $Z$  为拓广产生式的左部非终极符(文法的开始符), 则  $action(IS_k, \#) = Accept$ 。
4. 其它情形, 则  $Error(n)$ , 表示出错标志, 也可不填。

**goto 矩阵：**

若  $GO(IS_k, A) = IS_i$ ,  $A \in V_N$ , 则  $goto(IS_k, A) = i$ 。

例：构造G[S]的基于LR(0)方法的Action矩阵。

G[S]:

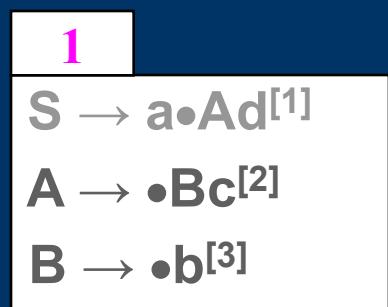
$$S \rightarrow aAd^{[1]}$$

$$A \rightarrow Bc^{[2]}$$

$$B \rightarrow b^{[3]}$$



↓ a



A



d



↓ b



B



c



	Action				
	a	b	c	d	#
0	S <sub>1</sub>				
1		S <sub>2</sub>			
2	R <sub>3</sub>				
3					S <sub>5</sub>
4				S <sub>6</sub>	
5					Acc
6	R <sub>2</sub>				

GoTo表

	S	A	B
0			
1		3	4
2			
3			
4			
5			
6	5		

例：构造G[S]的基于LR(0)方法的GoTo矩阵。

G[S]:

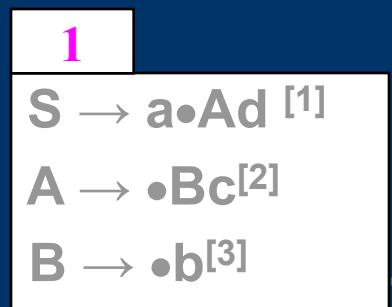
$$S \rightarrow aAd^{[1]}$$

$$A \rightarrow Bc^{[2]}$$

$$B \rightarrow b^{[3]}$$



↓ a



→ A



→ d



↓ b



→ B



→ c



例：构造G[S]的分析表。

# G[S]:

$$S \rightarrow aAd^{[1]}$$

## A → Be<sup>[2]</sup>

B → b[3]

	Action表					GoTo表		
	a	b	c	d	#	S	A	B
0	$S_1$							
1		$S_2$					3	4
2	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$			
3					$S_5$			
4				$S_6$				
5						Acc		
6	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$			

## 2. 3 LR分析表提供的信息

- ◆ 合法性检查信息  $[A \rightarrow \alpha \bullet a \beta]$
- ◆ 移入/归约信息  $[A \rightarrow \alpha \bullet a \beta]$   $[A \rightarrow \pi \bullet]$
- ◆ 移入/归约后的转向状态信息

## 2. 4 LR驱动程序

- ◆ 状态栈、符号栈和输入流的开始格局为：  
 $(\#S_1, \#, a_1 a_2 \cdots a_n \#)$
- ◆ 移入：若当前格局为  
 $(\#S_1 S_2 \cdots S_n, \#X_1 X_2 \cdots X_n, a_i a_{i+1} \cdots a_n \#)$ ，且  
 $Action(S_n, a_i) = S_j$ ， $a_i \in V_T$ ，则 $a_i$ 入符号栈，第j个状态 $S_j$ 入状态栈。即移入后的格局变为：  
 $(\#S_1 S_2 \cdots S_n \ S_j, \#X_1 X_2 \cdots X_n a_i, a_{i+1} \cdots a_n \#)$

## 2. 4 LR驱动程序

- ◆ 归约：若当前格局为

( $\#S_1S_2\dots S_n, \#X_1X_2\dots X_n, a_i a_{i+1} \dots a_n \#$ ) , 且  $Action(S_n, a) = R_j$  ,  $a \in V_T \cup \{\#\}$  , 则按照第j个产生式进行归约, 符号栈和状态栈相应元素退栈, 归约后的文法符号入栈。假设第j个产生式为  $A \rightarrow \alpha$  ,  $k = |\alpha|$  ( $\alpha = X_{n-k+1} \dots X_n$ ) , 则归约后的格局变为:

( $\#S_1S_2\dots S_{n-k}S, \#X_1X_2\dots X_{n-k}A, a_i a_{i+1} \dots a_n \#$ )

其中  $S = Goto(S_{n-k}, A)$  。

## 2. 4 LR驱动程序

- ◆ 成功：若状态栈的栈顶状态为 $S_i$ ， 输入流当前值为#， 且 $\text{action}(S_i, \#) = \text{Accept}$ ， 则分析成功。
- ◆ 失败：若状态栈的栈顶状态为 $S_i$ ， 输入流当前值为 $a$ ， 且 $\text{action}(S_i, a) = \text{Error}$ 或空，则转向出错处理程序。

## 2.5 LR(0) 分析实例

构造LR(0)状态机

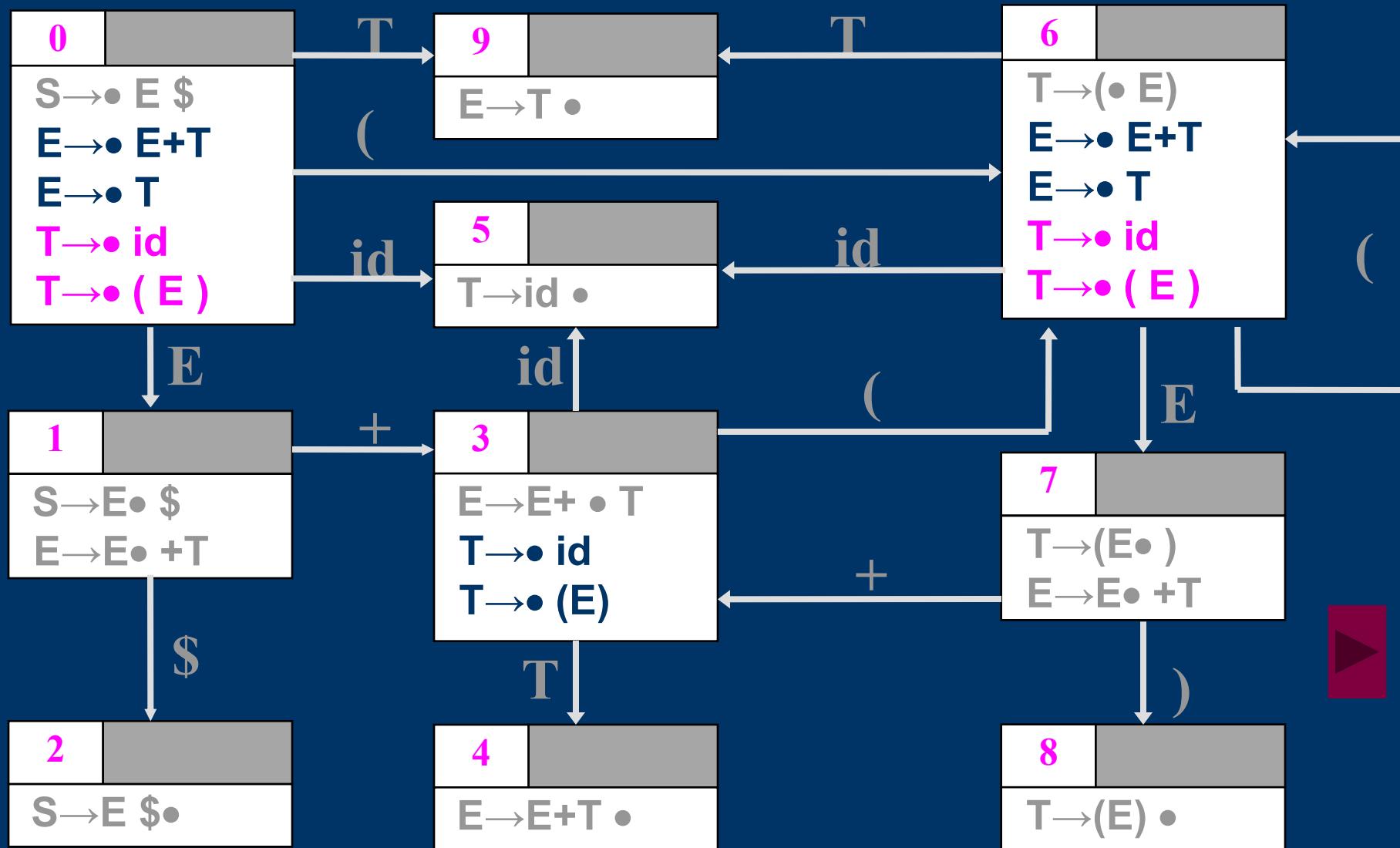
$S \rightarrow E \$^{\text{[1]}}$

$E \rightarrow E + T^{\text{[2]}}$

$E \rightarrow T^{\text{[3]}}$

$T \rightarrow id^{\text{[4]}}$

$T \rightarrow ( E )^{\text{[5]}}$



Action表

GoTo表

$S \rightarrow E \$^{[1]}$   
 $E \rightarrow E + T^{[2]} | T^{[3]}$   
 $T \rightarrow id^{[4]} | ( E )^{[5]}$

	\$	+	id	(	)	#	E	T
0			$S_5$	$S_6$			1	9
1	$S_2$	$S_3$						
2						Acc		
3			$S_5$	$S_6$				4
4	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$		
5	$R_4$	$R_4$	$R_4$	$R_4$	$R_4$	$R_4$		
6			$S_5$	$S_6$			7	9
7		$S_3$			$S_8$			
8	$R_5$	$R_5$	$R_5$	$R_5$	$R_5$	$R_5$		
9	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$		



$$G[S]: \quad S \rightarrow E \$^{[1]}$$

$$E \rightarrow E + T^{[2]} \mid T^{[3]}$$

$$T \rightarrow id^{[4]} \mid ( E )^{[5]}$$

# LR(0)分析实例

分析:  $i+i\$$

状态栈	符号栈	输入串	Action	Goto
0	#	$i+i\$#$	$A[0,i]=S_5$	
05	# i	$+i\$#$	reduce4	$G[0,T]= 9$
09	# T	$+i\$#$	reduce3	$G[0,E]= 1$
01	# E	$+i\$#$	$A[1,+]=S_3$	
013	# E+	$i\$#$	$A[3,i]=S_5$	
0135	# E+i	$\$#$	reduce4	$G[3,T]= 4$
0134	# E+T	$\$#$	reduce2	$G[0,E]= 1$
01	# E	$\$#$	$A[1, \$]=S_2$	
012	# ES	#	accept	



## 3. 1 LR(0) 文法的限定条件

- ◆ 定义：在可归前缀图中，如果一个状态含有两个或两个以上的以上的归约项目，则称有归约/归约冲突。如果同时含有移入项目和归约项目，称为移入/归约冲突，这类状态称为二义性状态。

## 3. 2 LRSM<sub>0</sub>中含有二义性状态的例子

例如有文法：

- [1] M → T
- [2] T → F
- [3] T → F\*T
- [4] F → a

## 3. 2 LRSM<sub>0</sub>中含有二义性状态的例子

