

# 编译原理

## 第六章 LR语法分析技术 (3)

方徽星

扬州大学 信息工程学院(505)

[fanghuixing@yzu.edu.cn](mailto:fanghuixing@yzu.edu.cn)

2018年春季学期

# 本章主要内容

一. 自下向上语法分析

二. LR分析

- SLR
- LR(1)
- **LALR**

三. 使用二义性文法

四. Yacc

## 2.8 构造LALR语法分析表

- LALR(Look-Ahead LR)



**Franklin Lewis DeRemer**

***“Practical Translators for LR(k) languages”***  
**(1969- MIT-博士论文)**

## 2.8 构造LALR语法分析表

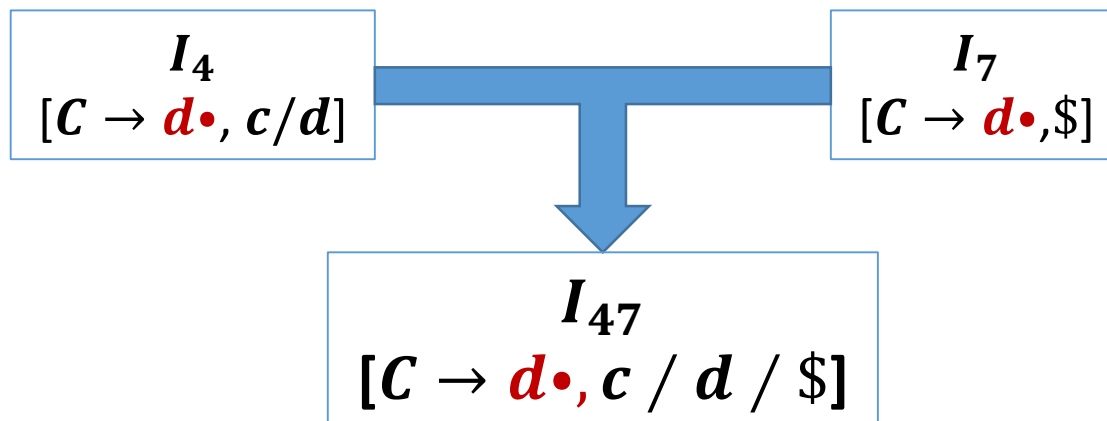
• 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$

- $S \rightarrow CC$

- $C \rightarrow cC \mid d$

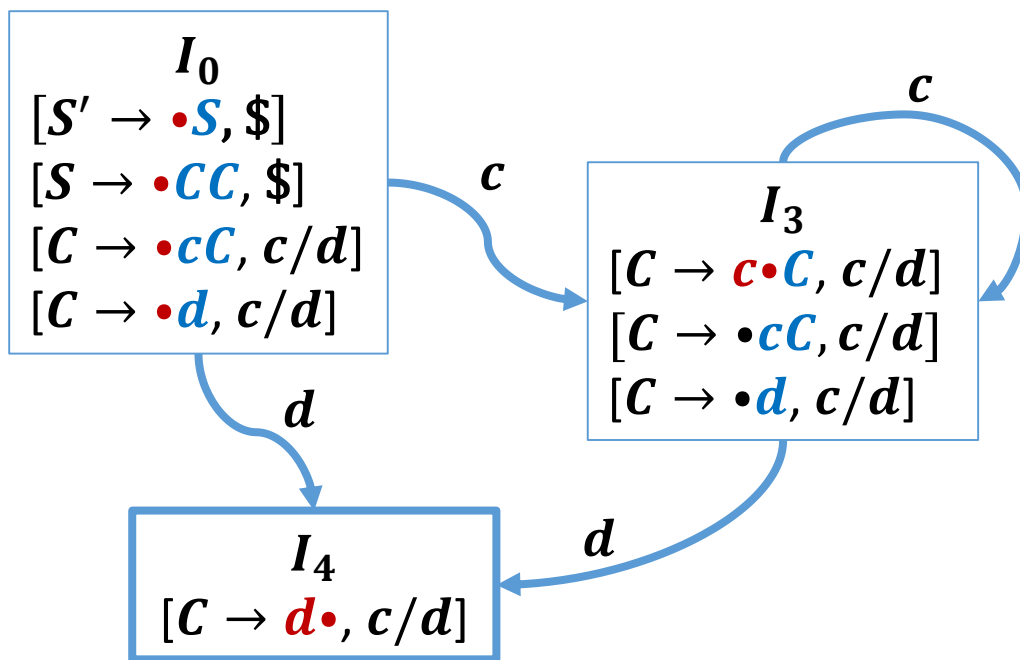
能否减少减少状态数量？



## 2.8 构造LALR语法分析表

• 例：再考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow CC$
- $C \rightarrow cC \mid d$



原分析器在处理 $ccd\$$ 时会走到状态4  
但会发现此时没有 $ACTION[4, \$]$ 因此会报错

## 2.8 构造LALR语法分析表

• 例：再考虑文法

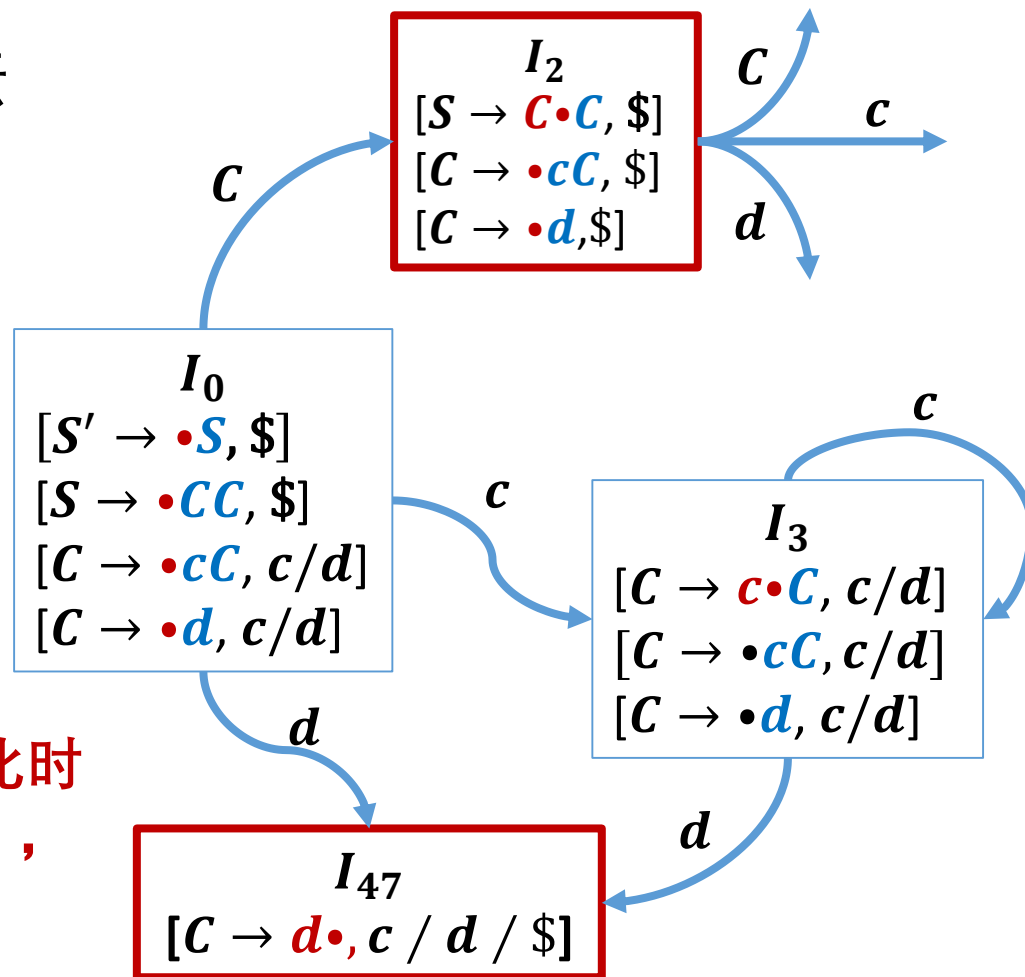
•  $S' \rightarrow S$

•  $S \rightarrow CC$

•  $C \rightarrow cC \mid d$

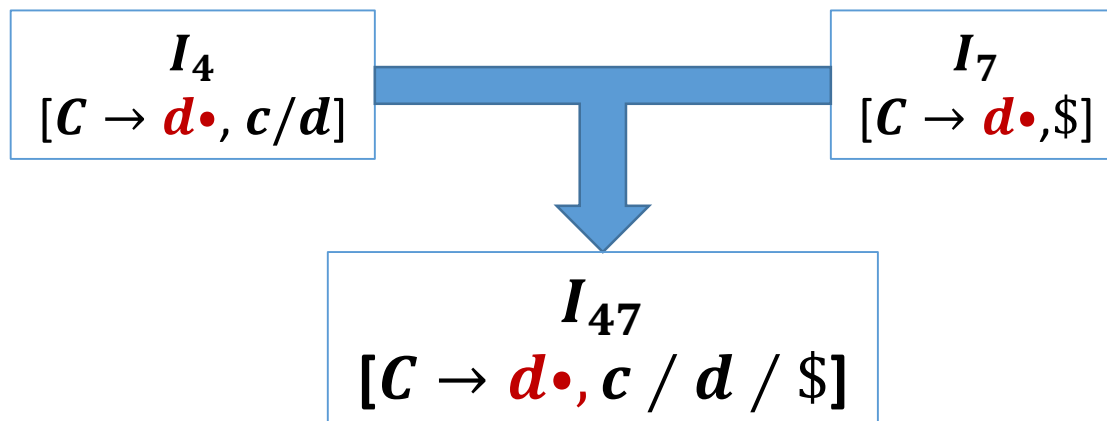
新分析器在处理 $ccd\$$ 时会走到状态47，此时可以归约

归约后走到状态2，但此时 $ACTION[2, \$] = \text{“报错”}$ ，因此也会报错



## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法
  - $S' \rightarrow S$
  - $S \rightarrow CC$
  - $C \rightarrow cC \mid d$



因此合并状态后，新的分析器最终能够在移入新的符号时发现错误！

## 2.8 构造LALR语法分析表

- 将具有**相同核心**的状态替换为它们的**并集**，**不会产生原有状态中没有出现的移入/归约冲突**
  - 因为如果合并的状态存在移入/归约冲突则原来状态里也有移入/归约冲突，则原来的文法就不是LR(1)文法
  - 移入动作有核心本身就可以决定，不考虑向前看符号，而归约会考虑向前看符号
- 合并项集可能会产生**归约/归约冲突**

**核心：LR(1)项集中所有项的第一分量的集合**



## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：考虑文法

- $S' \rightarrow S$

- $S \rightarrow aAd \mid bBd \mid aBe \mid bAe$

- $A \rightarrow c$

- $B \rightarrow c$

项集 $\{[A \rightarrow c\bullet, d], [B \rightarrow c\bullet, e]\}$ 是可行前缀 $ac$ 的有效项；

项集 $\{[A \rightarrow c\bullet, e], [B \rightarrow c\bullet, d]\}$ 是可行前缀 $bc$ 的有效项；

上述两个项集本身都没有冲突，且核心相同，它们的并集：

$$[A \rightarrow c\bullet, d/e], [B \rightarrow c\bullet, d/e]\}$$

产生了一个归约/归约冲突，考虑当输入为 $d$ 或 $e$ 时

## 2.8 构造LALR语法分析表

- 简单但空间需求大的LALR分析表构造算法
  - 输入：一个增广文法 $G'$
  - 输出：文法 $G'$ 的LALR语法分析表函数 $ACTION$ 和 $GOTO$
  - 方法：
    1. 构造LR(1)项集族 $C = \{I_0, I_1, \dots, I_n\}$
    2. 对于项集中的每个核心，找出所有具有相同核心的项集，并替换为项集之并集
    3. 令 $C' = \{J_0, J_1, \dots, J_m\}$ 为得到的LR(1)项集族。状态 $i$ 的语法分析动作( $ACTION$ )是按照规范LR语法分析表构造算法中的方法根据 $J_i$ 构造得到的

如果存在动作冲突，则本算法无法生成语法分析器，这个文法也就不是LALR(1)的

## 2.8 构造LALR语法分析表

- 简单但空间需求大的LALR分析表构造算法
  - 输入：一个增广文法 $G'$
  - 输出：文法 $G'$ 的LALR语法分析表函数 $ACTION$ 和 $GOTO$
  - 方法(续)：

### 4. $GOTO$ 表的构造方法如下：

- 如果 $J = I_1 \cup I_2 \cup \dots \cup I_k$ ，则 $GOTO(I_i, X)$ 的核心相同

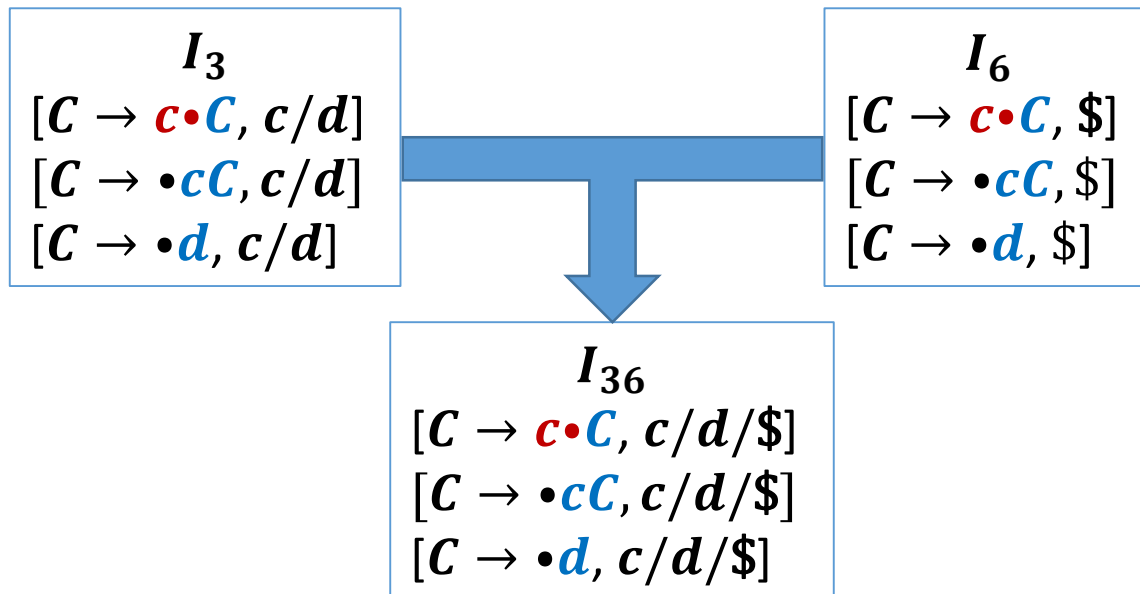
因为 $I_1、I_2、\dots、I_k$   
具有相同的核心且  
 $GOTO(I, X)$ 的核心  
只由 $I$ 的核心决定

- 令 $K$ 为所有与 $GOTO(I_1, X)$ 具有相同核心的项集的并集，则 $GOTO(J, X) = K$

**$C'$ 为LALR(1)项集族**

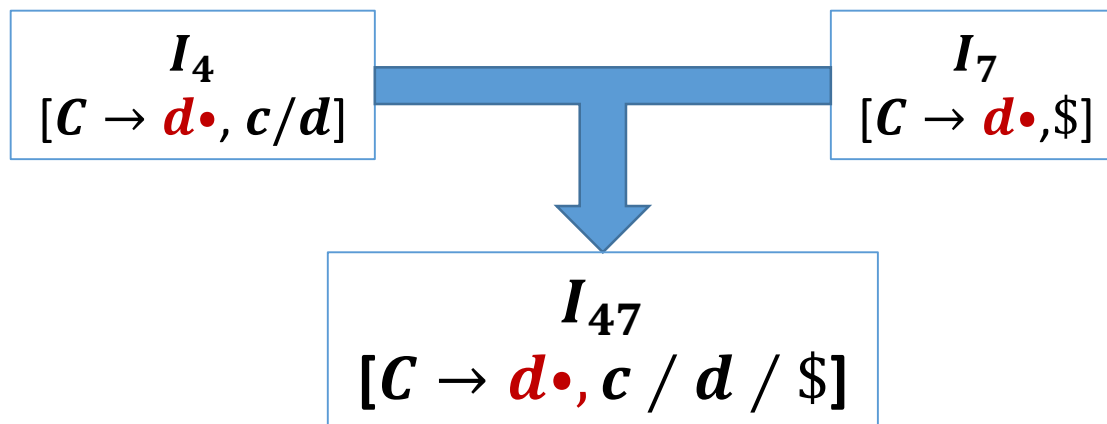
## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法
  - $S' \rightarrow S$
  - $S \rightarrow CC$
  - $C \rightarrow cC \mid d$



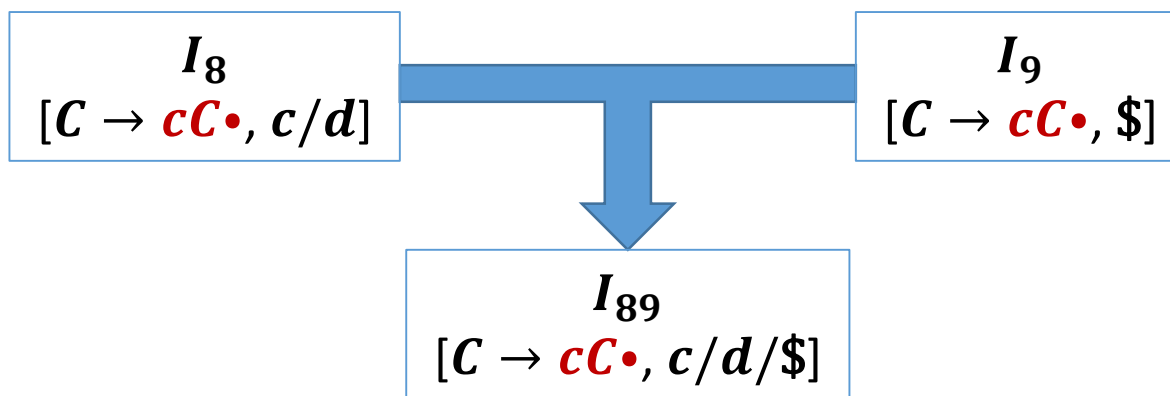
## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法
  - $S' \rightarrow S$
  - $S \rightarrow CC$
  - $C \rightarrow cC \mid d$



## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法
  - $S' \rightarrow S$
  - $S \rightarrow CC$
  - $C \rightarrow cC \mid d$



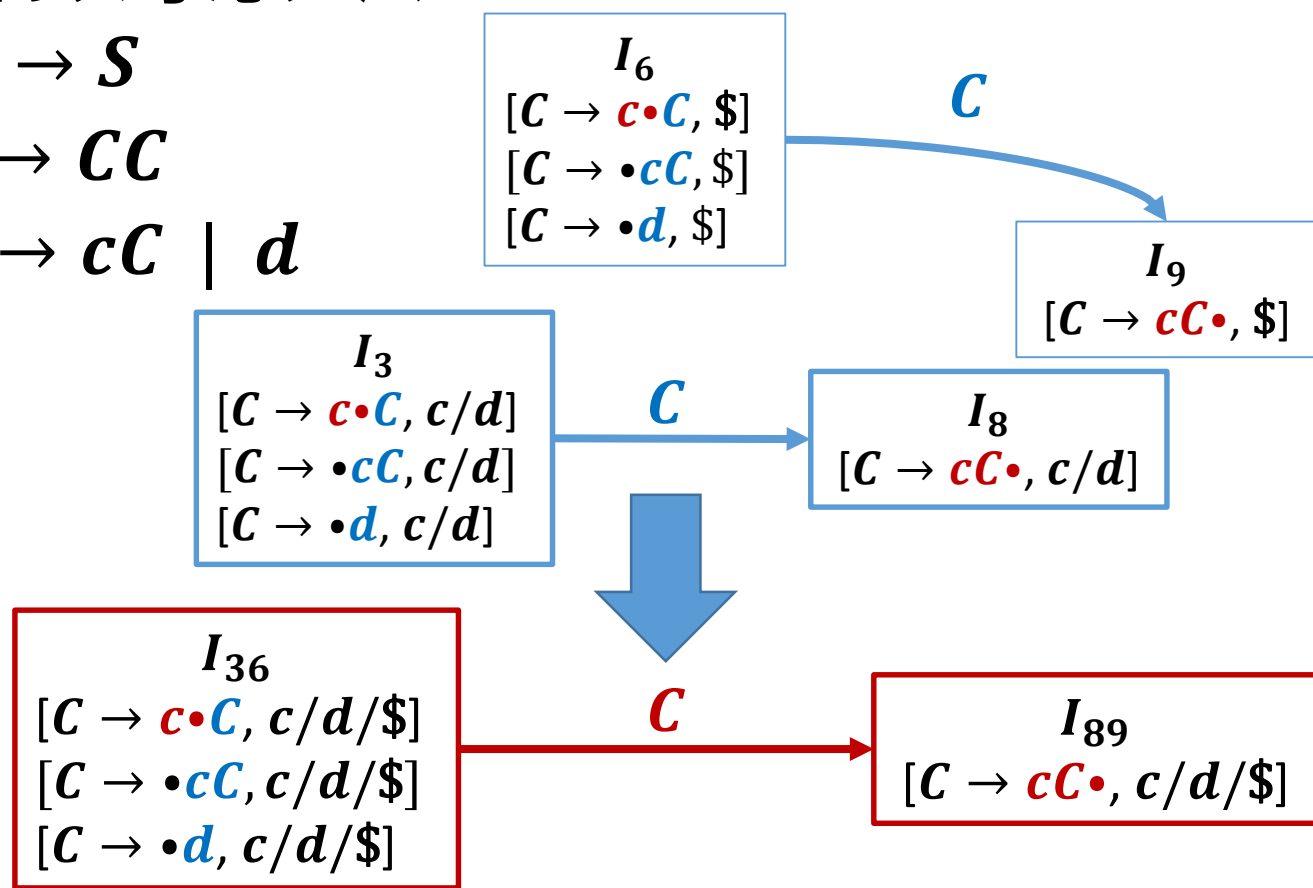
## 2.8 构造LALR语法分析表

• 例：再次考虑文法

•  $S' \rightarrow S$

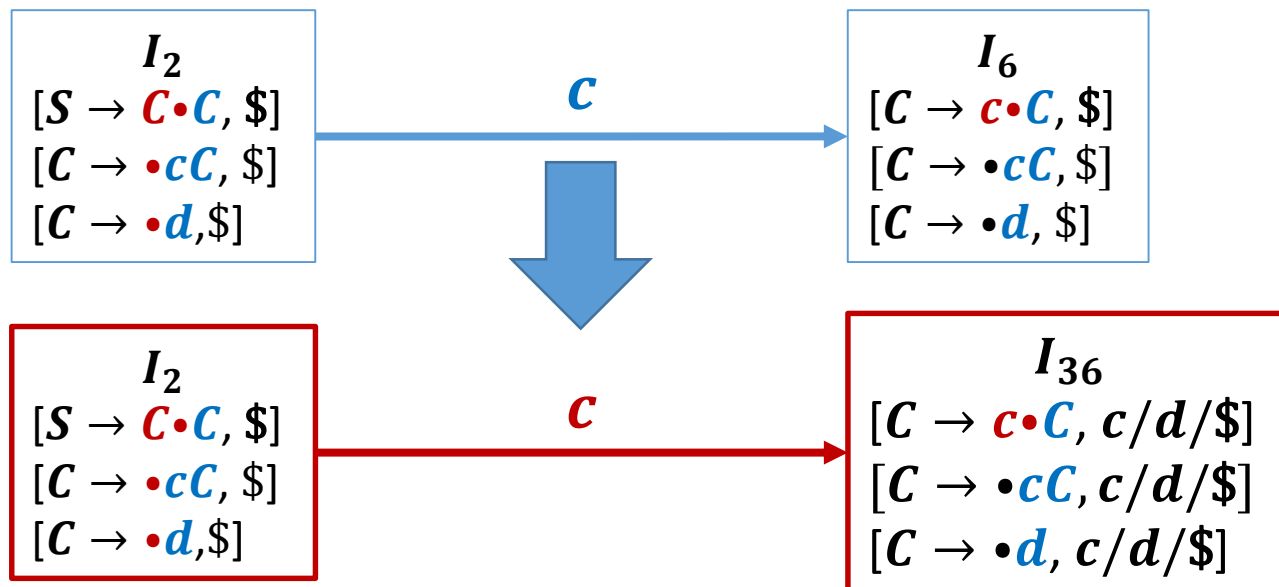
•  $S \rightarrow CC$

•  $C \rightarrow cC \mid d$



## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法
  - $S' \rightarrow S$
  - $S \rightarrow CC$
  - $C \rightarrow cC \mid d$





## 2.8 构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法

**1.  $S \rightarrow CC$**

**2.  $C \rightarrow cC$**

**3.  $C \rightarrow d$**

状态	ACTION			GOTO	
	<i>c</i>	<i>d</i>	\$	<i>S</i>	<i>C</i>
0	s36	s47		1	2
1			acc		
2	s36	s47			5
36	s36	S47			89
47	r3	r3	r3		
5			r1		
89	r2	r2	r2		

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

- 只使用内核项表示任意LR(0)项集
  - 内核项：初始项 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 或 $[S' \rightarrow \bullet S, \$]$ 以及那些点 $\bullet$ 不在产生式体左端的项，如： $[A \rightarrow \textcolor{red}{B} \bullet c, d]$
- 根据LR(0)项的内核生成LALR(1)项的内核
- 将LALR(1)项当作规范LR(1)项计算项集族并构造分析表

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

- 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$

- $S \rightarrow L = R \mid R$

- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$

- $R \rightarrow L$

$$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$$

$$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$$

$$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R] \\ [R \rightarrow L \bullet]$$

$$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$$

$$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$$

$$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$$

$$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$$

$$I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$$

$$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$$

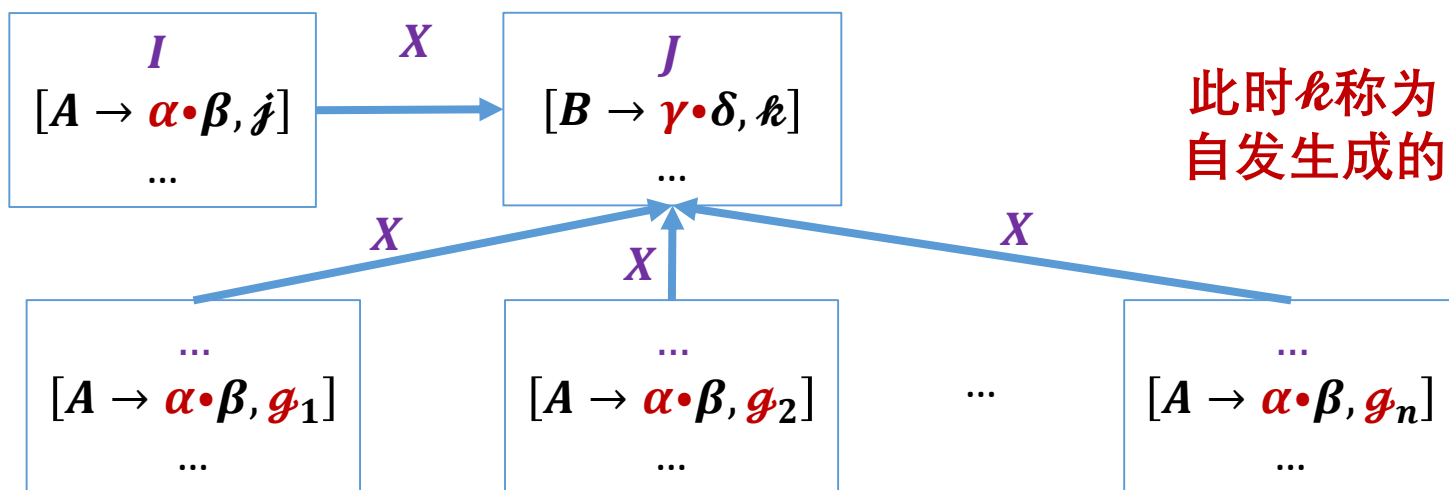
$$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$$

LR(0)项集的所有内核项

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

向前看符号 $k$ 可以添加到某个LALR(1)项集 $J$ 中的LR(0)项 $[B \rightarrow \gamma \bullet \delta]$ 之上：

- 情况1:  $\exists I$ . 内核项 $[A \rightarrow \alpha \bullet \beta, j] \in I \wedge J = GOTO(I, X)$  且  $\forall g. [B \rightarrow \gamma \bullet \delta, k] \in GOTO(CLOSURE(\{[A \rightarrow \alpha \bullet \beta, g]\}), X)$



特别地，向前看符号 $\$$ 对于初始项集中的项 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 而言是自发生成的

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

向前看符号 $k$ 可以添加到某个LALR(1)项集 $J$ 中的LR(0)项 $[B \rightarrow \gamma \bullet \delta]$ 之上：

- 情况2: 条件与1相同, 除了  $j = k$  且

$GOTO(CLOSURE(\{[A \rightarrow \alpha \bullet \beta, k]\}), X)$

包含 $[B \rightarrow \gamma \bullet \delta, k]$ 的原因是

$[A \rightarrow \alpha \bullet \beta]$ 有一个向前看符号 $k$

向前看符号从 $I$ 的内核项 $[A \rightarrow \alpha \bullet \beta]$   
传播到了 $J$ 的内核项 $[B \rightarrow \gamma \bullet \delta]$ 上

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

- 确定向前看符号算法

- 输入：一个LR(0)项集  $I$  的内核  $K$  以及一个文法符号  $X$

- 输出：

- 由项集  $I$  中的项为  $GOTO(I, X)$  中的内核项自发生成的向前看符号
    - 那些将向前看符号传播到  $GOTO(I, X)$  中内核项的项集  $I$  中的项

```
for ( $K$  中的每个项  $[A \rightarrow \alpha \bullet \beta]$ ) {  
     $J := CLOSURE(\{[A \rightarrow \alpha \bullet \beta, \#]\})$  ;  
    if ( $[B \rightarrow \gamma \bullet X \delta, a] \in J \wedge a \neq \#$ ) {  
        断定  $GOTO(I, X)$  中的项  
         $B \rightarrow \gamma X \bullet \delta$  的向前看符号  $a$  是  
        自发生成的 ;  
    }  
    if ( $[B \rightarrow \gamma \bullet X \delta, \#] \in J$ ) {  
        断定向前看符号从  $I$  中的项  
         $A \rightarrow \alpha \bullet \beta$  传播到了  $GOTO(I, X)$   
        中项  $B \rightarrow \gamma X \bullet \delta$  之上 ;  
    }  
}
```

其中  $\#$  是一个不在当前文法中的符号

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

- 高效计算LALR(1)项集族的内核
  - 输入：一个增广文法 $G'$
  - 输出：文法 $G'$ 的LALR(1)项集族的内核
  - 方法：
    1. 构造 $G'$ 的LR(0)项集族的内核
    2. 将“确定LS算法”应用于每个LR(0)项集 $I$ 的内核及每个文法符号 $X$ 
      - 确定 $GOTO(I, X)$ 中各内核项的哪些LS是GS
      - 并确定LS从 $I$ 中的哪些项被传播到 $GOTO(I, X)$ 的内核项

**LS: 向前看符号**

**GS: 自发生成的符号**

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

- 高效计算LALR(1)项集族的内核
  - 输入：一个增广文法 $G'$
  - 输出：文法 $G'$ 的LALR(1)项集族的内核
  - 方法：
    3. 基于步骤2，建表格
      - 最初每个项的LS只包括步骤2中确定的**GS**
    4. 扫描内核项
      - 遇到项 $i$ 时，查表确定 $i$ 的传播目标 $j$
      - 将项 $i$ 的LS加到项 $j$ 的LS集合中(真正的传播动作)

**直到没有新的LS被传播为止！**



## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$

$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$

$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet R, \#]$

$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

符号≠不等于#

$[L \rightarrow * \bullet R, =]$ 和 $[L \rightarrow \text{id} \bullet, =]$   
中的符号 = 是LS

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$

$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$

$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet R, \#]$

$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

因为 $\#$ 在 $[S' \rightarrow \bullet S, \#]$ 中，所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_1$ 中的 $[S' \rightarrow S \bullet]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * \bullet R]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$

$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$

$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet R, \#]$

$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

因为 $\#$ 在 $[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$ 中  
所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_2$ 中的 $[S \rightarrow L \bullet = R]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * \bullet R]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$

$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$

$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$

$[S \rightarrow \bullet R, \#]$

$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

因为 $\#$ 在 $[S \rightarrow \bullet R, \#]$ 中  
所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_3$ 中的 $[S \rightarrow R \bullet]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

#### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * \bullet R]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

#### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$	$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$
$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$	$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$
$[S \rightarrow \bullet R, \#]$	$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

因为 $\#$ 在 $[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$ 中  
所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_4$ 中的 $[L \rightarrow * \bullet R]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$
$[R \rightarrow L \bullet]$	$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$	$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	

### ②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$	$[L \rightarrow \bullet * R, \#/\neq]$
$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$	$[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$
$[S \rightarrow \bullet R, \#]$	$[R \rightarrow \bullet L, \#]$

因为 $\#$ 在 $[L \rightarrow \bullet \text{id}, \#/\neq]$ 中  
所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_5$ 中的 $[L \rightarrow \text{id} \bullet]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

### • 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

②将“确定LS算法”应用于LR(0)项集 $I_0$ ：

$$J := \text{CLOSURE}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \#]\}) ;$$

$[S' \rightarrow \bullet S, \#]$                        $[L \rightarrow \bullet * R, \# / =]$

$[S \rightarrow \bullet L = R, \#]$                  $[L \rightarrow \bullet \text{id}, \# / =]$

$[S \rightarrow \bullet R, \#]$                        $[R \rightarrow \bullet L, \#]$

### ① LR(0)项集的所有内核项

$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$

$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$

$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$   
 $[R \rightarrow L \bullet]$

$I_3: [S \rightarrow R \bullet]$

$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$

$I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$

$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$

$I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$

$I_8: [R \rightarrow L \bullet]$

$I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$

因为 $\#$ 在 $[R \rightarrow \bullet L, \#]$ 中  
 所以 $[S' \rightarrow \bullet S]$ 将它的LS传播到了 $I_2$ 中的 $[R \rightarrow L \bullet]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

• 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

传播  
信息



③建表格

项集	项	向前看符号
		初值
$I_0$	$[S' \rightarrow \bullet S]$	\$
$I_4$	$[L \rightarrow * \bullet R]$	=
$I_5$	$[L \rightarrow \text{id} \bullet]$	=

自发生成的  
向前看符号



从	到
$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$ $I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$ $I_2: [R \rightarrow L \bullet]$ $I_3: [S \rightarrow R \bullet]$ $I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$ $I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$ $I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$	$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$ $I_8: [R \rightarrow L \bullet]$ $I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$



## 2.9 高效构造LALR语法分析表

• 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

④扫描：

项集	项	向前看符号
		初值
$I_0$	$[S' \rightarrow \bullet S]$	\$
$I_4$	$[L \rightarrow * \bullet R]$	=
$I_5$	$[L \rightarrow \text{id} \bullet]$	=

将这些符号传播出去！

从	到
$I_0: [S' \rightarrow \bullet S]$	$I_1: [S' \rightarrow S \bullet]$ $I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$ $I_2: [R \rightarrow L \bullet]$ $I_3: [S \rightarrow R \bullet]$ $I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$
$I_2: [S \rightarrow L \bullet = R]$	$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$
$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$	$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$ $I_7: [L \rightarrow * R \bullet]$ $I_8: [R \rightarrow L \bullet]$
$I_6: [S \rightarrow L = \bullet R]$	$I_4: [L \rightarrow * \bullet R]$ $I_5: [L \rightarrow \text{id} \bullet]$ $I_8: [R \rightarrow L \bullet]$ $I_9: [S \rightarrow L = R \bullet]$

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

• 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

④扫描：

继续扫描直到  
没有新的LS被  
传播为止！

项集	项	向前看符号	
		初值	第一趟
$I_0$	$[S' \rightarrow \bullet S]$	\$	\$
$I_1$	$[S' \rightarrow S \bullet]$		\$
$I_2$	$[S \rightarrow L \bullet = R]$		\$
	$[R \rightarrow L \bullet]$		\$
$I_3$	$[S \rightarrow R \bullet]$		\$
$I_4$	$[L \rightarrow * \bullet R]$	=	=/\$
$I_5$	$[L \rightarrow \text{id} \bullet]$	=	=/\$
$I_7$	$[L \rightarrow * R \bullet]$		=
$I_8$	$[R \rightarrow L \bullet]$		=

## 2.9 高效构造LALR语法分析表

• 例：再次考虑文法

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow L = R \mid R$
- $L \rightarrow * R \mid \text{id}$
- $R \rightarrow L$

$I_2$
$[S \rightarrow L \bullet = R, \$]$
$[R \rightarrow L \bullet, \$]$



$R \rightarrow L \bullet$ 是\$而没有符号=  
遇到=时，执行移进动作  
无冲突!

项集	项	向前看符号
$I_0$	$[S' \rightarrow \bullet S]$	\$
$I_1$	$[S' \rightarrow S \bullet]$	\$
$I_2$	$[S \rightarrow L \bullet = R]$	\$
	$[R \rightarrow L \bullet]$	\$
$I_3$	$[S \rightarrow R \bullet]$	\$
$I_4$	$[L \rightarrow * \bullet R]$	=\$
$I_5$	$[L \rightarrow \text{id} \bullet]$	=\$
$I_6$	$[S \rightarrow L = \bullet R]$	\$
$I_7$	$[L \rightarrow * R \bullet]$	=\$
$I_8$	$[R \rightarrow L \bullet]$	=\$
$I_9$	$[S \rightarrow L = R \bullet]$	\$