山东大学
SHANDONG UNIVERSITY

编译原理

第八章 符号表

授 课 教 师 ：郑艳伟
手 机 ：18614002860（微信同号）
邮 箱 ：zhengyw@sdu.edu.cn

第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

8.1 符号表的作用和地位

符号表的作用

- 收集符号属性；
- 上下文语义的合法性检查的依据，如变量重复定义、标号检查等；
- 作为目标代码生成阶段地址分配的依据。

对符号表的操作

- 对给定名字，查询此名是否已在表中；
- 往表中填入一个新的名字；
- 对给定名字，访问它的某些信息；
- 对给定名字，往表中填写或更新它的某些信息；
- 删除一个或一组无用的项。

第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

8.2 符号表的主要属性及作用

符号名

- 标识符可以是变量、函数、过程、类的名字，一般不允许重名；
- 在一些允许重载的语言中，函数名、过程名是可以重名的，需要通过参数个数和类型进行区分。

符号的数据类型

- 基本类型，如整型、实型、字符型、布尔型、位组型等；
- 扩充类型，如数组类型、记录结构类型、对象类型等。

8.2 符号表的主要属性及作用

- 符号的存储类别：是语义处理、检查和存储分配的重要依据，还决定了符号变量的作用域、可见性、生命周期等问题。
  - 关键字指定
    - ✓ Fortran中用COMMON定义公共存储区变量，SAVE定义函数或过程的内部静态存储变量；
    - ✓ C语言用static定义属于文件或函数内部的静态存储变量。
  - 根据位置确定
    - ✓ C语言函数体外默认为公共存储变量，函数体内默认为私有存储变量。

8.2 符号表的主要属性及作用

符号的作用域及可见性

- 一般来说，定义该符号的位置及存储类关键字决定了该符号的作用域。
- C语言全局与局部的同名变量

```
int a;
int func()
{
    float a;
    ...a...      // 引用float a
    ...::a...    // 引用int a
}
```

- 分程序结构，即过程/函数的嵌套定义，某层可以看到的变量是在本层定义或各外层中最内层定义的该变量。

8.2 符号表的主要属性及作用

- 符号的存储分配信息
  - 静态存储区：如Fortran的Save语句和C语言的static语句定义的变量；
  - 动态存储区：根据变量的局部定义和分程序结构，设置动态存储区来适应这些局部变量的生存和消亡。

8.2 符号表的主要属性及作用

对于变量，它们的属性一般包括如下信息：

- 名字。
- 数据类型，如整型、实型、布尔型、字符型等等，参考表1.1的内容。
- 种属，如简单变量、数组、结构体、枚举等。
- 作用域，如全局变量、局部变量、临时变量、形式参数等。
- 长度，即所需的存储单元数量。
- 偏移量，即相对于某个基地址的偏移地址。
- 是否已赋值，用于初始化检测。

如果变量为数组，应建立子表额外记录如下信息：

- 数组维度。
- 每个维度的数组下界。现在大部分语言下界是固定不变的，如 C 语言数组下界为 0，matlab 数组下界为 1，因此可以省略该项。
- 每个维度的数组上界。

如果变量为结构体，应建立子表额外记录结构体各分量的信息，一般来说，结构体子表结构等同于变量表结构。

8.2 符号表的主要属性及作用

对于过程（函数），它们的属性一般包括如下信息：

- 名字。
- 是否为程序的外部过程？
- 入口地址，对于能够通过名字使用 call 指令调用的目标语言，可以省略该项；对于编译为可执行代码的编译器必须包含该项。
- 返回值类型。
- 返回值长度。
- 形式参数列表，其结构等同于变量表。

对于标号，它们的属性一般包括如下信息：

- 名字。
- 标号地址。
- 是否已定义。有些标号的跳转在定义之前，遇到 “goto L” 语句时先将标号 L 填入符号表，此时标号尚未定义；遇到 “L:” 时，标号才算已定义。

第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

8.3.1 符号表的总体组织

- 主要问题
  - 不同种类的符号，属性信息有差异。
- 第1种组织方式：构造多个符号表，具有相同属性种类的符号组织在一起
  - 优点：每个符号表中存放符号的属性个数和结构完全相同；
  - 缺点：一遍编译程序同时管理若干个符号表。

符号	属性1	属性2	属性3

符号	属性1	属性2	属性4

符号	属性2	属性3	属性5	属性6	属性7	属性8

8.3.1 符号表的总体组织

- 第2种组织方式：把所有符号都组织在一张符号表中
  - 优点：管理集中单一；
  - 缺点：增加了空间开销。

符号	属性1	属性2	属性3	属性4	属性5	属性6	属性7	属性8

8.3.1 符号表的总体组织

- 第3种组织方式：根据符号属性相似程度分类组织成若干张表
  - 优点：减少了空间开销；
  - 缺点：增加了表格管理的复杂性。

符号	属性1	属性2	属性3	属性4

第1、2种符号

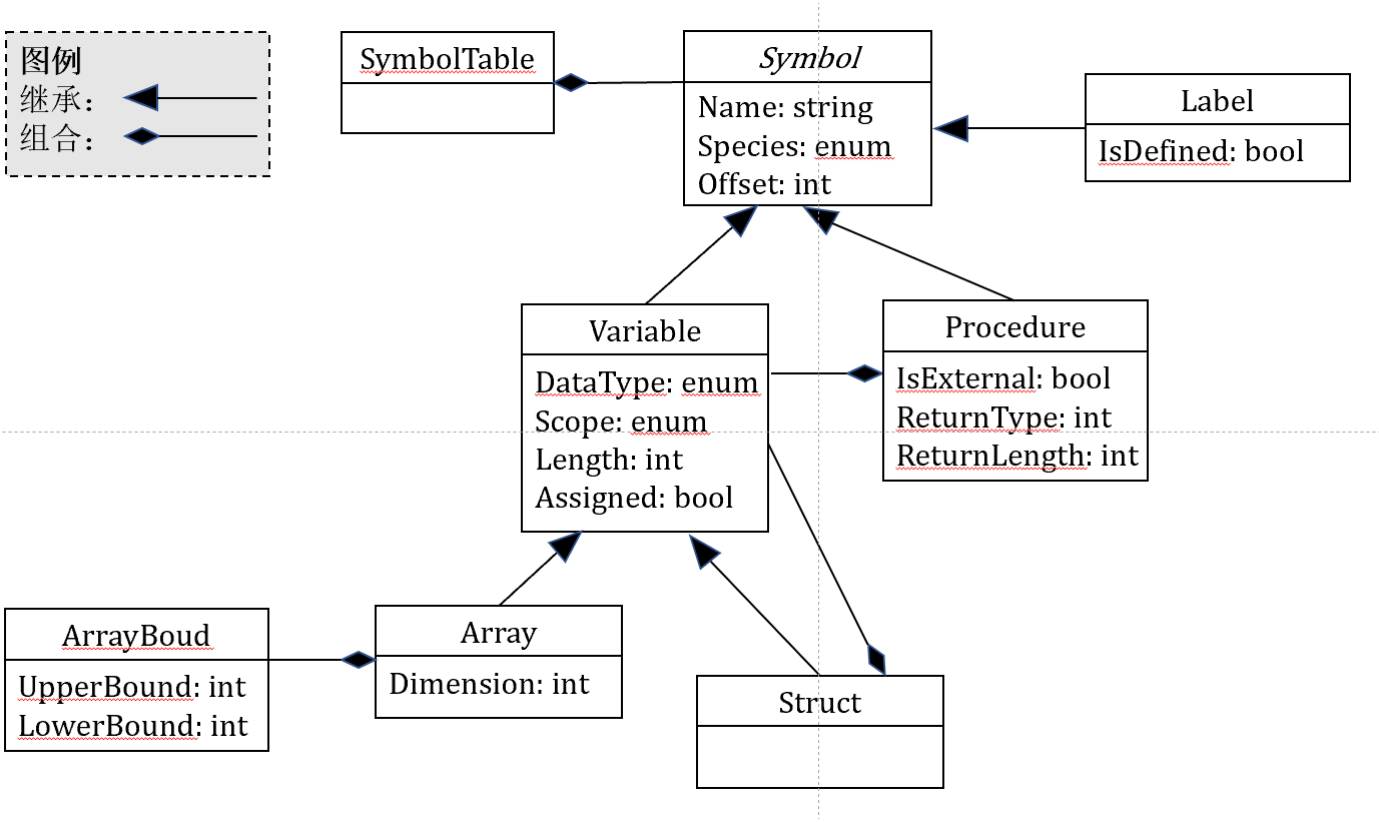
符号	属性2	属性3	属性5	属性6	属性7	属性8

第3种符号

山东大学 SHANDONG UNIVERSITY 郑艳伟，zhengyw@sdu.edu.cn

8.3.1 符号表的总体组织

- 第4种组织方式：使用对象组织
  - 优点：对象可变长，减少了空间开销，也便于管理；
  - 缺点：需要编译器实现语言的支持。



第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

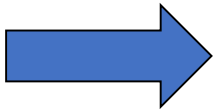
郑艳伟，zhengyw@sdu.edu.cn

8.3.2 符号表项的排列

1、线性组织

- 优点：插入快，空间效率高；
- 缺点：查询慢，时间效率差。

....a.....
.....b....
.....f.....
.....e.....
.....d....
...c.....



h →
p →

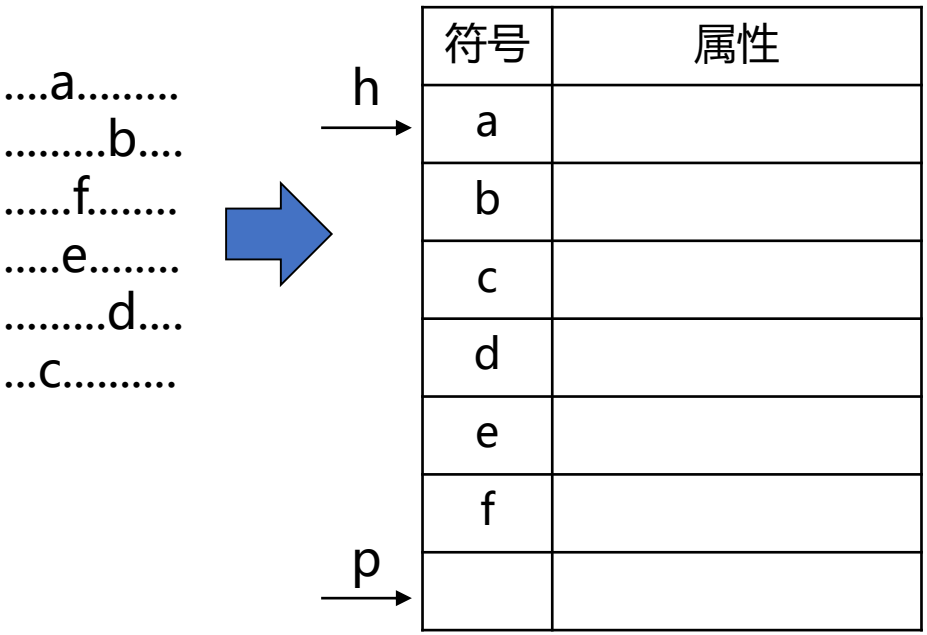
符号	属性
a	
b	
f	
e	
d	
c	

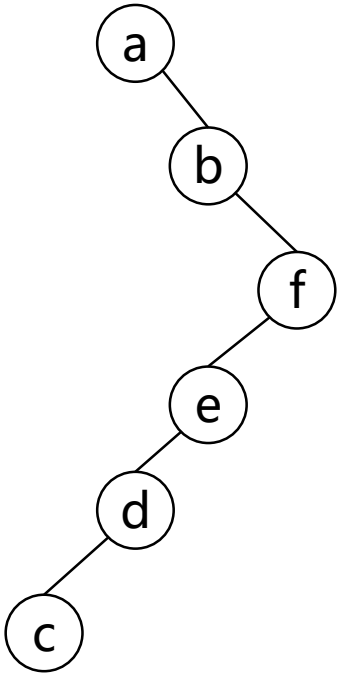
山东大学 SHANDONG UNIVERSITY 郑艳伟，zhengyw@sdu.edu.cn

8.3.2 符号表项的排列

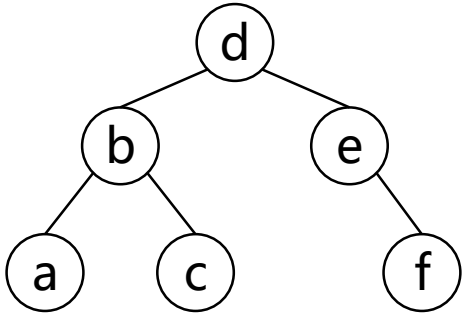
2、排序组织及二分法

- 优点：查询效率高，空间效率高；
- 缺点：插入效率低，算法复杂一些。





二叉树



平衡二叉树

山东大学 SHANDONG UNIVERSITY 郑艳伟，zhengyw@sdu.edu.cn

8.3.2 符号表项的排列

- 3、Hash表
  - 优点：插入、查询效率都高；
  - 缺点：空间效率有所降低。
- 直接定址法：H(key) = (a * key + b) % m，其中m是哈希表的长度。
  - 例：H(key) = key % m，其中m = 10。

1, 30, 34

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

	1								
30	1								
30	1			34					

8.3.2 符号表项的排列

- 直接定址法：H(key) = (a * key + b) % m，其中m是哈希表的长度。
  - 例：H(key) = key % m。
- 数字分析法：取中间某些有区分度的数字。
  - 例：身份证作为key，同一个地区的可以取生日开始的8+3位。
- 平方取中法：如果关键字的每一位都有某些数字重复出现频率很高的现象，可以先求关键字的平方值以扩大差异，取中间数位作为最终存储地址。
  - 例：key=1234 1234^2=1522756 取2275作hash地址
  - key=4321 4321^2=18671041 取6710作hash地址。
- 数字折叠法：如果数字的位数很多，可以将数字分割为几个部分，取他们的叠加和作为hash地址。
  - 例：key=123 456 789，折叠(123 + 456 + 789) % 1000 = 491。
- 除留余数法：H(key) = key % p (p≤m, m为表长)

山东大学 SHANDONG UNIVERSITY 郑艳伟，zhengyw@sdu.edu.cn

8.3.2 符号表项的排列

- 直接定址法：H(key) = (a * key + b) % m，其中m是哈希表的长度。
  - 例：H(key) = key % m。

Key: 1, 30, 34, 50, 77, 60, 44, 37

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1								
30	1								
30	1			34					

8.3.2 符号表项的排列

- 开放定址法解决哈希冲突：如果$H(key_i) = H(key_j)$，则$H_i = [H(key) + d_i] \% m$，其中$d_i$有三种取法：
  - 线性探测再散列：$d_i = c * i$
  - 平方探测再散列：$d_i = 1^2, -1^2, 2^2, -2^2, \ldots$
  - 随机探测在散列（双探测再散列）：d_i是一组伪随机数列

$H(key) = key \% m$，其中$m = 10$，取$d_i = i$

Key: 1, 30, 34, 50, 77, 60, 44, 37

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1								
30	1								
30	1			34					
30	1	50		34					

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30	1	50		34					
2	30	1	50		34			77		
3	30	1	50	60	34			77		
4	30	1	50	60	34	44		77		
5	30	1	50	60	34	44		77	37	

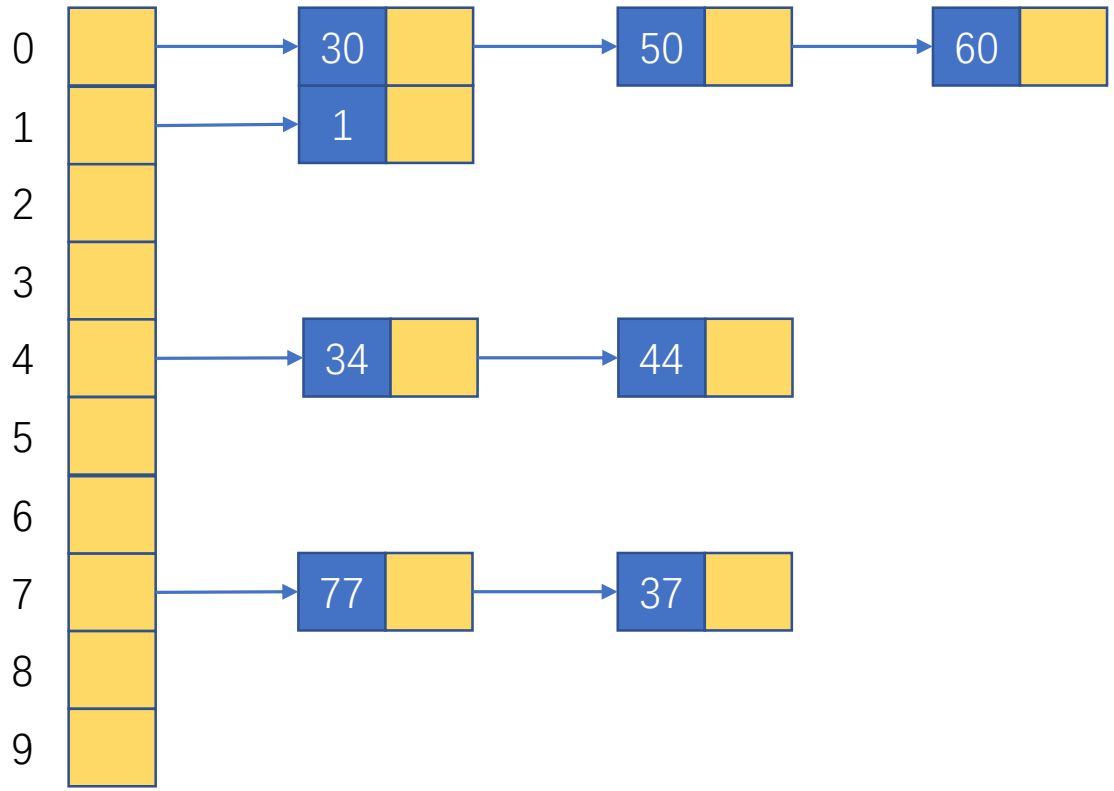
8.3.2 符号表项的排列

- 开放定址法：如果$H(key_u) = H(key_v)$, 则$H_i = [H(key) + d_i] \% m$，其中$d_i$有三种取法：
  - 线性探测再散列：$d_i = c * i$
  - 平方探测再散列：$d_i = 1^2, -1^2, 2^2, -2^2, \ldots$
  - 随机探测在散列（双探测再散列）：d_i是一组伪随机数列
- 再哈希法：如果$H_1(key_i) = H_1(key_j)$, 则使用$H_2(key_i) = H_2(key_j)$, 如果还冲突，再使用$H_3(key_i) = H_3(key_j)$, …
- 链地址法：将所有关键字为同义词的记录存储在同一线性链表中。

8.3.2 符号表项的排列

- 链地址法：将所有关键字为同义词的记录存储在同一线性链表中。

Key: 1, 30, 34, 50, 77, 60, 44, 37

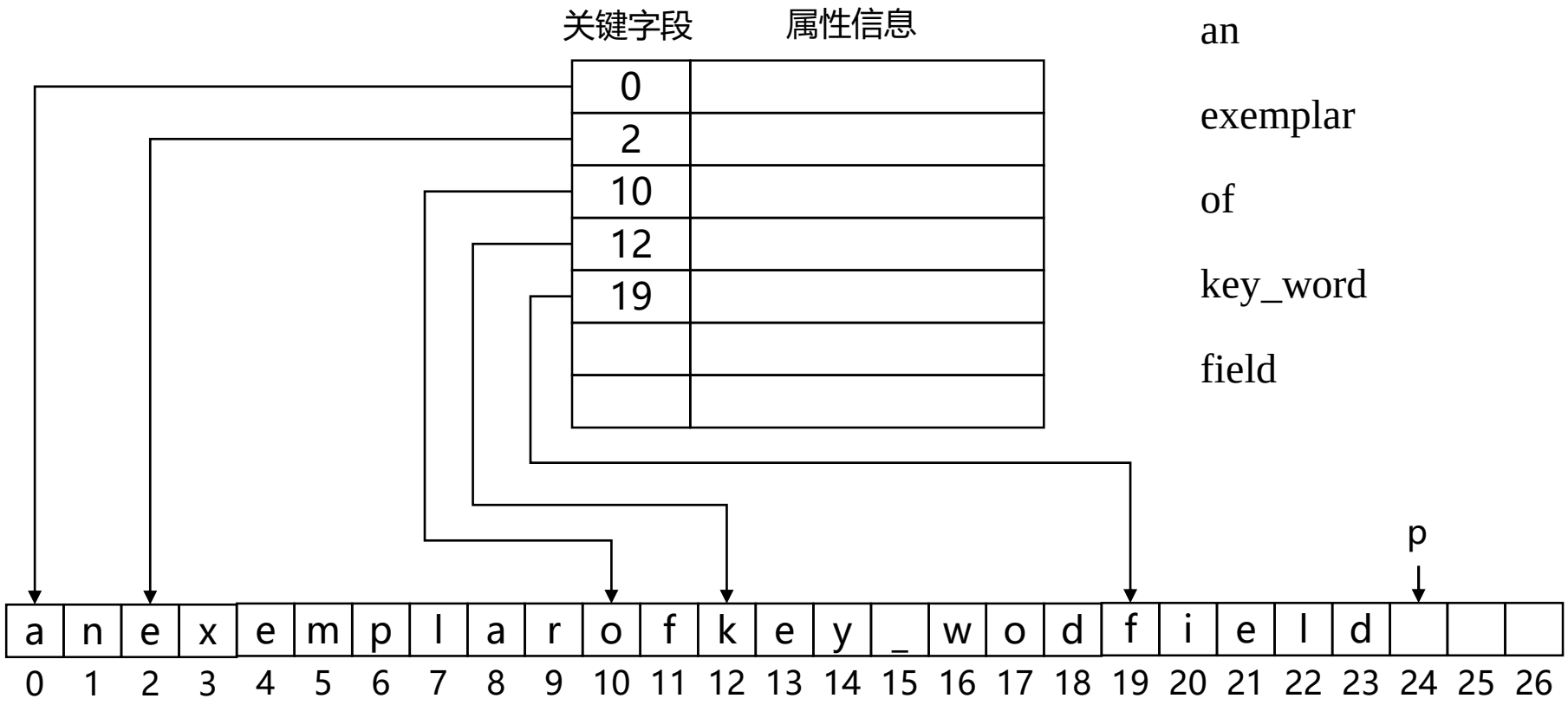


第八章 符号表

- 8.1 符号表的作用和地位
- 8.2 符号表的主要属性及作用
- 8.3 符号表的组织
  - 8.3.1 符号表的总体组织
  - 8.3.2 符号表项的排列
  - 8.3.3 关键字域的组织

8.3.3 关键字域的组织

- 在编译程序中，符号表的关键字域就是符号本身。



➢ 如有如下标识符

an

exemplar

of

key_word

field

山东大学
SHANDONG UNIVERSITY

第八章 符号表

The End

谢谢

授 课 教 师 ：郑艳伟
手 机 ：18614002860（微信同号）
邮 箱 ：zhengyw@sdu.edu.cn