

## 3.3 二叉树的遍历

# 二叉树的遍历

## (1) 先序遍历

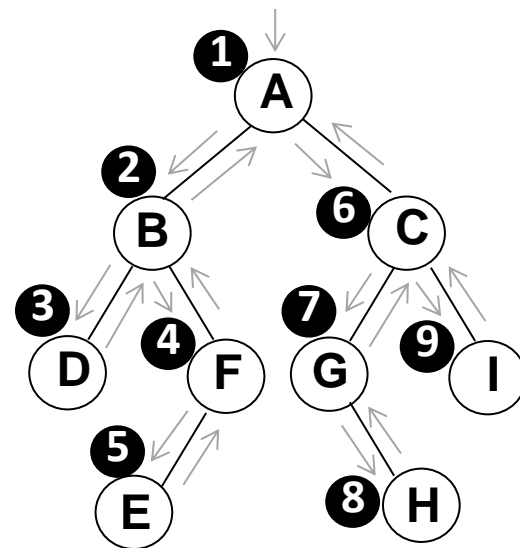
遍历过程为：

- ① 访问根结点；
- ② 先序遍历其左子树；
- ③ 先序遍历其右子树。

A ( B D F E ) ( C G H I )

先序遍历=> A B D F E C G H I

```
void PreOrderTraversal( BinTree BT )
{
    if( BT ) {
        printf("%d", BT->Data);
        PreOrderTraversal( BT->Left );
        PreOrderTraversal( BT->Right );
    }
}
```



## (2) 中序遍历

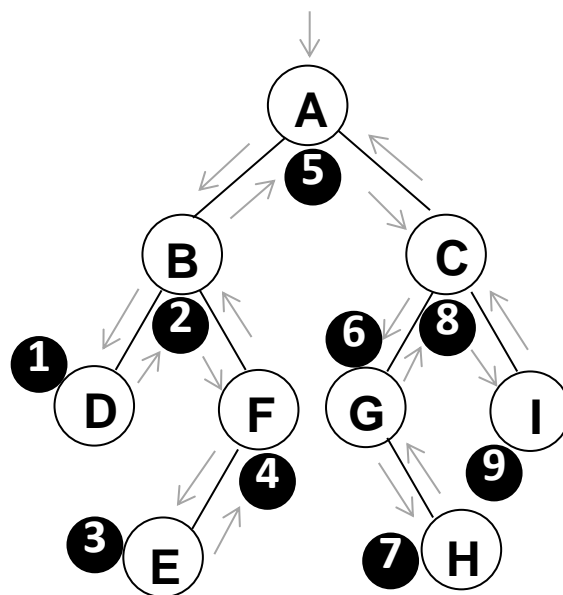
遍历过程为:

- ① 中序遍历其左子树;
- ② 访问根结点;
- ③ 中序遍历其右子树。

(D B E F) A (G H C I)

中序遍历=> D B E F A G H C I

```
void InOrderTraversal( BinTree BT )
{
    if( BT ) {
        InOrderTraversal( BT->Left );
        printf("%d", BT->Data);
        InOrderTraversal( BT->Right );
    }
}
```



### (3) 后序遍历

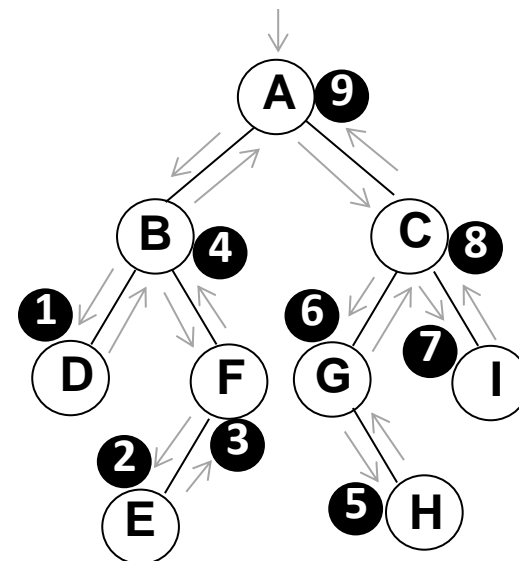
遍历过程为:

- ① 后序遍历其左子树;
- ② 后序遍历其右子树;
- ③ 访问根结点。

(D E F B) (H G I C) A

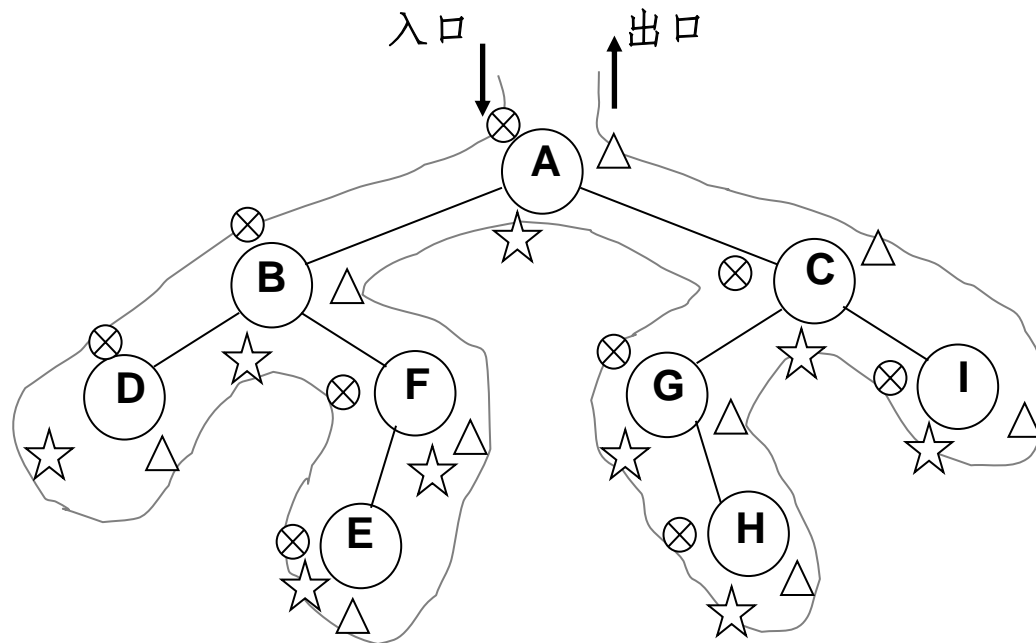
后序遍历=> D E F B H G I C A

```
void PostOrderTraversal( BinTree BT )
{
    if( BT ) {
        PostOrderTraversal( BT->Left );
        PostOrderTraversal( BT->Right );
        printf("%d", BT->Data);
    }
}
```



❖ 先序、中序和后序遍历过程：遍历过程中经过结点的路线一样，只是访问各结点的时机不同。

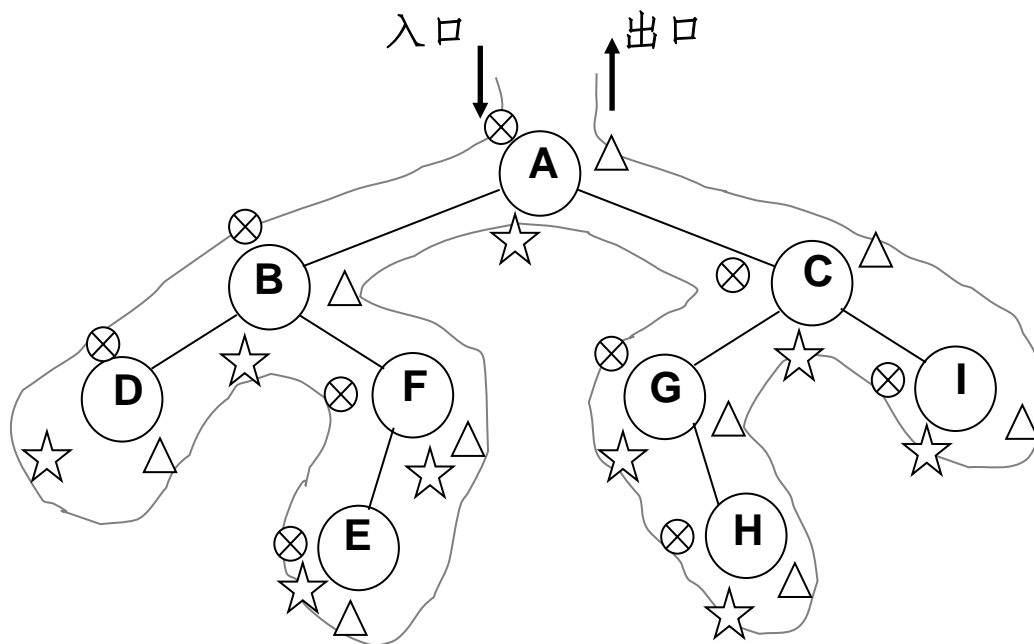
❖ 图中在从入口到出口的曲线上用⊗、☆ 和△三种符号分别标记出了先序、中序和后序访问各结点的时刻



# 二叉树的非递归遍历

## ❖ 中序遍历非递归遍历算法

非递归算法实现的基本思路：使用堆栈



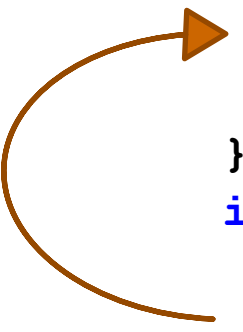
## ❖ 中序遍历非递归遍历算法

- 遇到一个结点，就把它压栈，并去遍历它的左子树；
- 当左子树遍历结束后，从栈顶弹出这个结点并访问它；
- 然后按其右指针再去中序遍历该结点的右子树。

```
void InOrderTraversal( BinTree BT )
{
    BinTree T=BT;
    Stack S = CreatStack( MaxSize ); /*创建并初始化堆栈S*/
    while( T || !IsEmpty(S) ){
        while(T) { /*一直向左并将沿途结点压入堆栈*/
            Push(S,T);
            T = T->Left;
        }
        if (!IsEmpty(S)) {
            T = Pop(S); /*结点弹出堆栈*/
            printf("%5d", T->Data); /*（访问）打印结点*/
            T = T->Right; /*转向右子树*/
        }
    }
}
```

## ❖ 先序遍历的非递归遍历算法？

```
void InOrderTraversal( BinTree BT )
{
    BinTree T = BT;
    Stack S = CreatStack( MaxSize ); /*创建并初始化堆栈s*/
    while( T || !IsEmpty(S) ){
        while(T) { /*一直向左并将沿途结点压入堆栈*/
            Push(S, T);
            T = T->Left;
        }
        if (!IsEmpty(S)) {
            T = Pop(S); /*结点弹出堆栈*/
            printf("%5d", T->Data); /*（访问）打印结点*/
            T = T->Right; /*转向右子树*/
        }
    }
}
```



## ❖ 后序遍历非递归遍历算法？



# 层序遍历

二叉树遍历的核心问题：二维结构的线性化

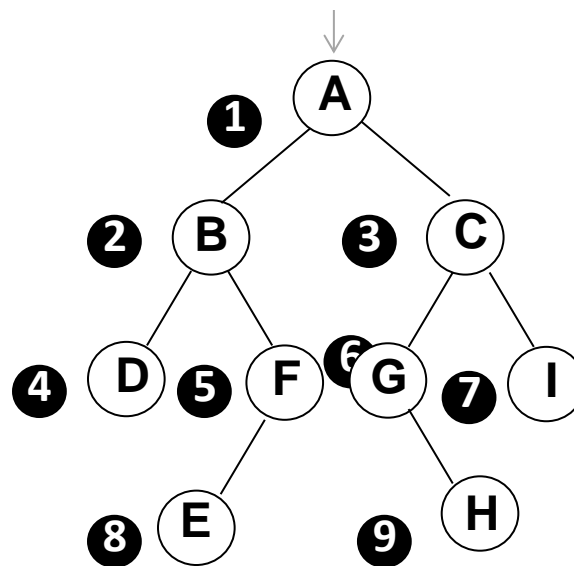
- 从结点访问其左、右儿子结点
- 访问左儿子后，右儿子结点怎么办？
  - ❑ 需要一个存储结构保存暂时不访问的结点
  - ❑ 存储结构：堆栈、队列

# 层序遍历

❖ **队列实现**：遍历从根结点开始，首先将**根结点入队**，然后开始执行循环：结点出队、访问该结点、其左右儿子入队

**A B C D F G I E H**

层序遍历 => **A B C D F G I E H**



层序基本过程：先根结点入队，然后：

- ① 从队列中取出一个元素；
- ② 访问该元素所指结点；
- ③ 若该元素所指结点的左、右孩子结点非空，则将其左、右孩子的指针顺序入队。

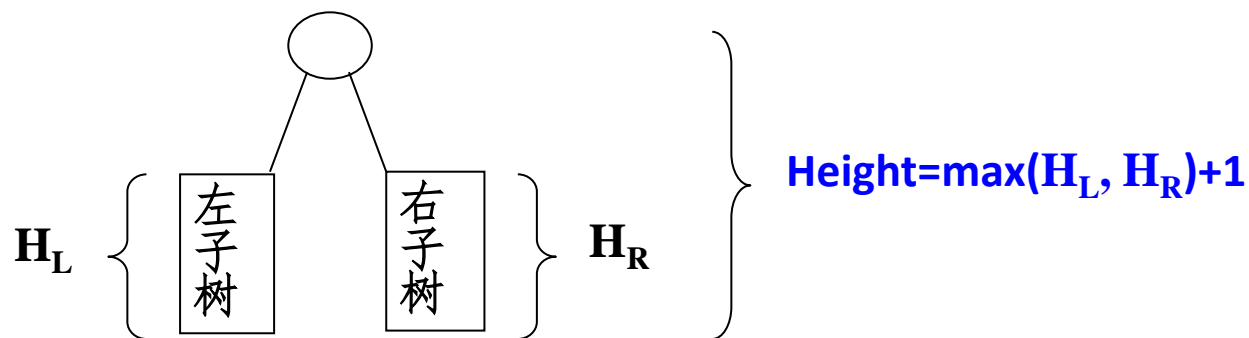
```
void LevelOrderTraversal ( BinTree BT )
{
    Queue Q;  BinTree T;
    if ( !BT ) return; /* 若是空树则直接返回 */
    Q = CreatQueue( MaxSize ); /*创建并初始化队列Q*/
    AddQ( Q, BT );
    while ( !IsEmptyQ( Q ) ) {
        T = DeleteQ( Q );
        printf("%d\n", T->Data); /*访问取出队列的结点*/
        if ( T->Left ) AddQ( Q, T->Left );
        if ( T->Right ) AddQ( Q, T->Right );
    }
}
```

【例】遍历二叉树的应用：输出二叉树中的叶子结点。

□ 在二叉树的遍历算法中增加检测结点的“左右子树是否都为空”。

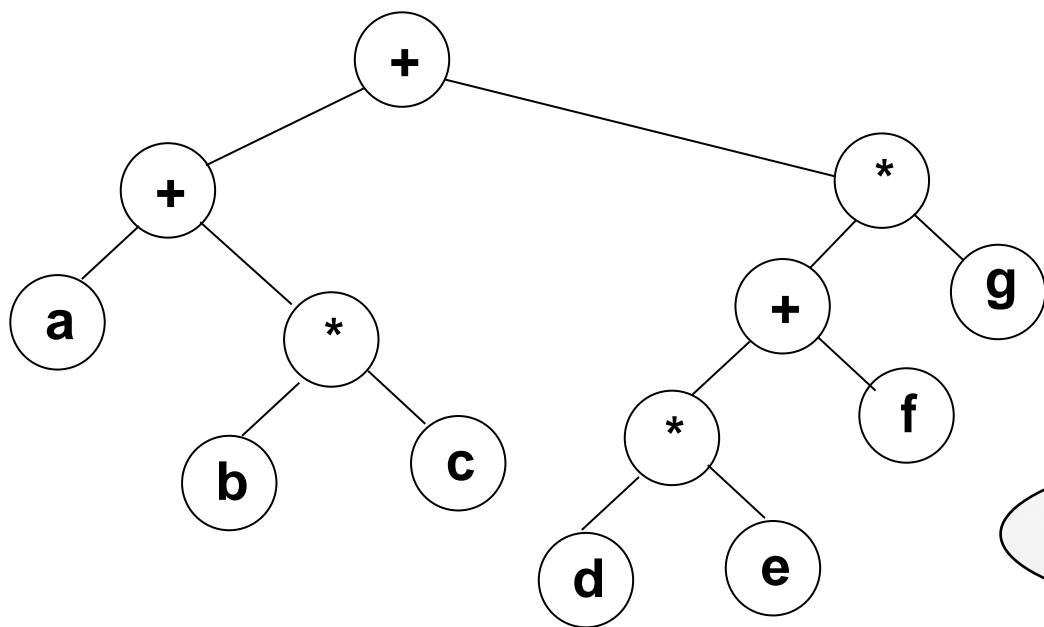
```
void PreOrderPrintLeaves( BinTree BT )
{
    if( BT ) {
        if ( !BT-Left && !BT->Right )
            printf("%d", BT->Data );
        PreOrderPrintLeaves ( BT->Left );
        PreOrderPrintLeaves ( BT->Right );
    }
}
```

## 【例】求二叉树的高度。



```
int PostOrderGetHeight( BinTree BT )
{
    int HL, HR, MaxH;
    if( BT ) {
        HL = PostOrderGetHeight(BT->Left); /*求左子树的深度*/
        HR = PostOrderGetHeight(BT->Right); /*求右子树的深度*/
        MaxH = (HL > HR) ? HL : HR; /*取左右子树较大的深度*/
        return ( MaxH + 1 ); /*返回树的深度*/
    }
    else return 0; /* 空树深度为0 */
}
```

## 【例】 二元运算表达式树及其遍历



中缀表达式会受到运算符优先级的影响

- ❖ 三种遍历可以得到三种不同的访问结果:
- 先序遍历得到前缀表达式:  $++a*bc*+*defg$
- 中序遍历得到中缀表达式:  $a+b*c+d*e+f*g$
- 后序遍历得到后缀表达式:  $abc*+de*f+g*+$

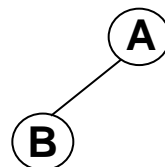
## 【例】由两种遍历序列确定二叉树

答案是：  
必须要有中序遍历才行。已知三种遍历中的任意两种遍历序列，能否唯一确定一棵二叉树呢？

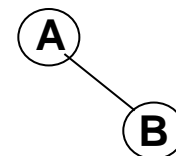
没有中序的困扰：

➤ 先序遍历序列：A B

➤ 后序遍历序列：B A



?

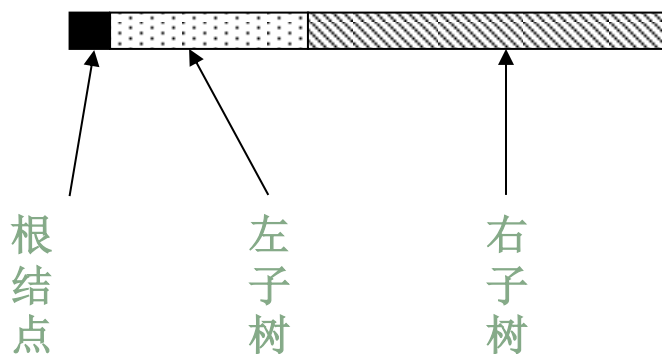


## ❖ 先序和中序遍历序列来确定一棵二叉树

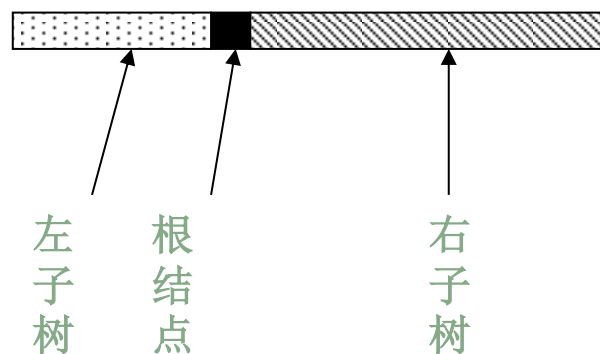
〔分析〕

- ◆ 根据先序遍历序列第一个结点确定根结点；
- ◆ 根据根结点在中序遍历序列中分割出左右两个子序列
- ◆ 对左子树和右子树分别递归使用相同的方法继续分解。

先序序列

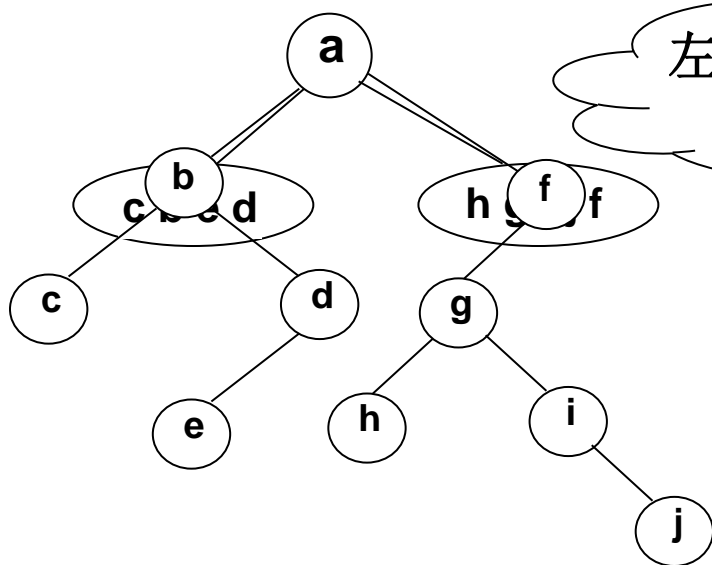


中序序列





【例】 先序序列:     a   b c d e     f g h i j  
          中序序列:     c b e d a     h g i j f



左子树（或右子树）序列  
不配套意味着什么？

❖ 类似地，后序和中序遍历序列也可以确定一棵二叉树。