本节内容

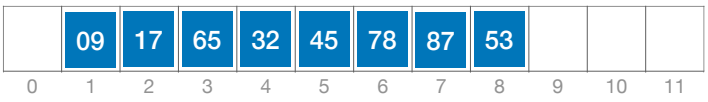
# 堆

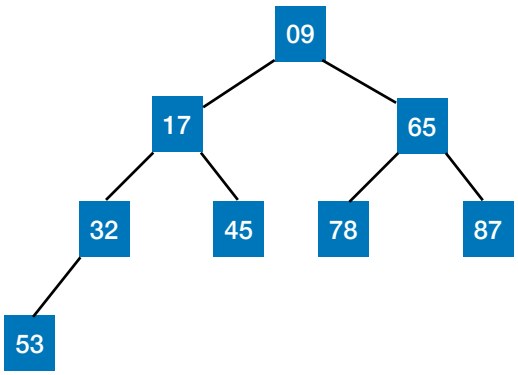
## 插入删除



## 在堆中插入新元素

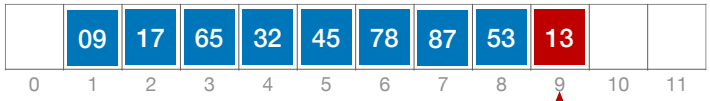
小根堆



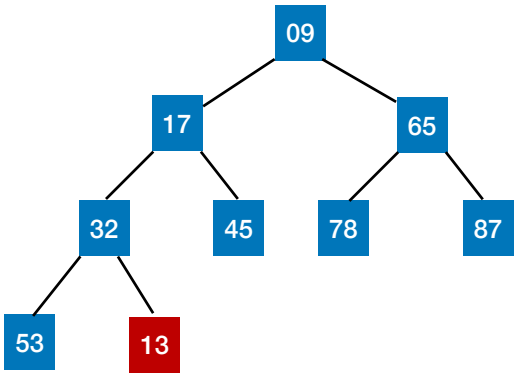



## 在堆中插入新元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$

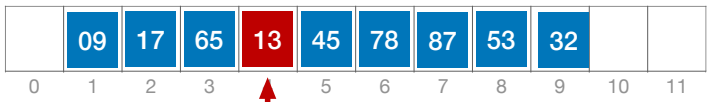



对于小根堆，新元素放到表尾，与父节点对比，若新元素比父节点更小，则将二者互换。新元素就这样一路“上升”，直到无法继续上升为止

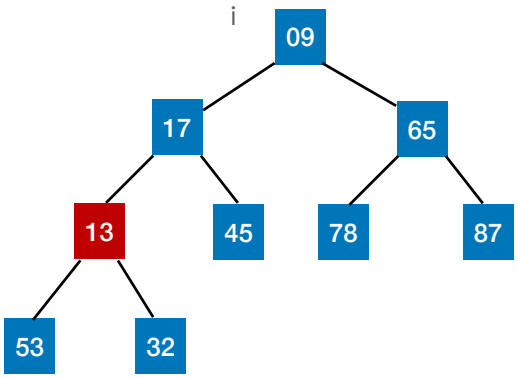


## 在堆中插入新元素

小根堆



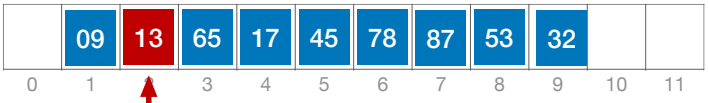

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$




对于小根堆，新元素放到表尾，与父节点对比，若新元素比父节点更小，则将二者互换。新元素就这样一路“上升”，直到无法继续上升为止

# 在堆中插入新元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$





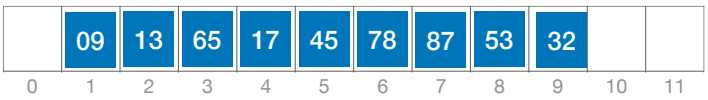
对于小根堆，新元素放到表尾，与父节点对比，若新元素比父节点更小，则将二者互换。新元素就这样一路“上升”，直到无法继续上升为止

对比关键字的次数 = 3次

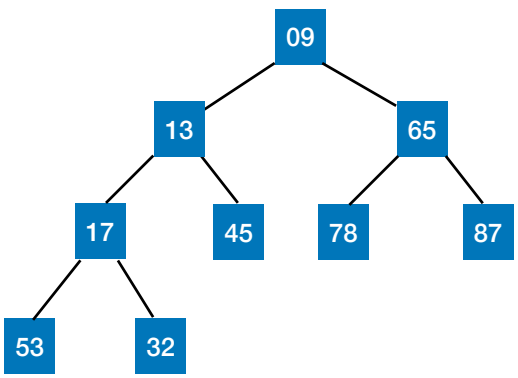


# 在堆中插入新元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$

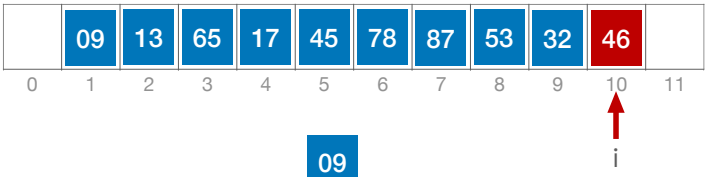



对于小根堆，新元素放到表尾，与父节点对比，若新元素比父节点更小，则将二者互换。新元素就这样一路“上升”，直到无法继续上升为止

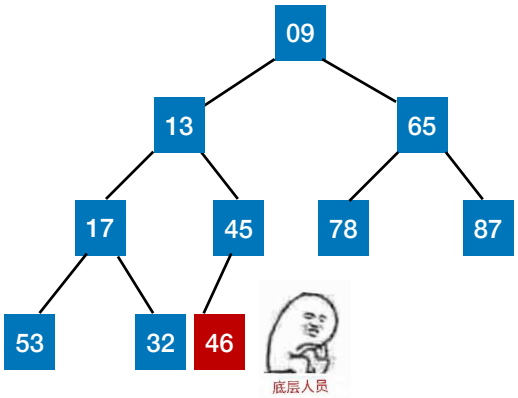
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 在堆中插入新元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$







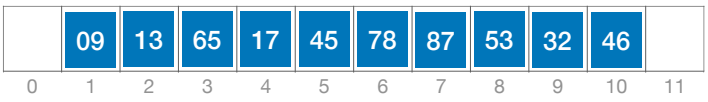
对于小根堆，新元素放到表尾，与父节点对比，若新元素比父节点更小，则将二者互换。新元素就这样一路“上升”，直到无法继续上升为止


对比关键字的次数 = 1次

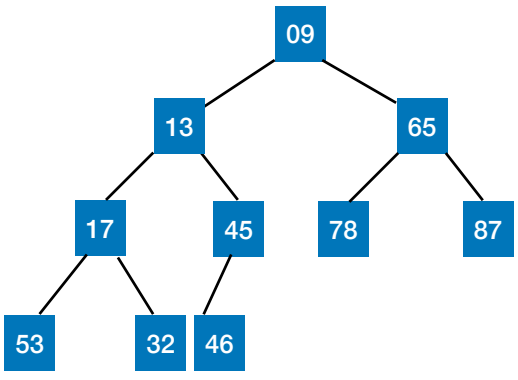


# 在堆中删除元素

小根堆



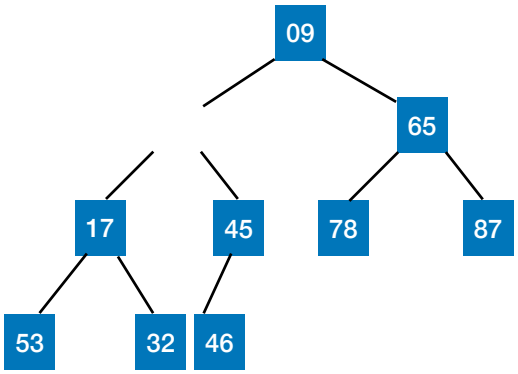

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$



# 在堆中删除元素

小根堆

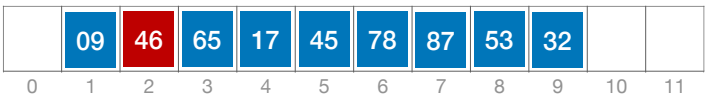

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$



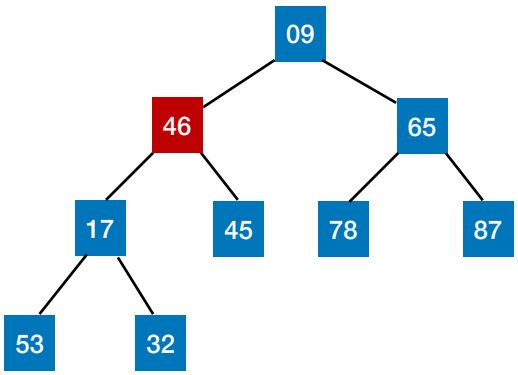



# 在堆中删除元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$

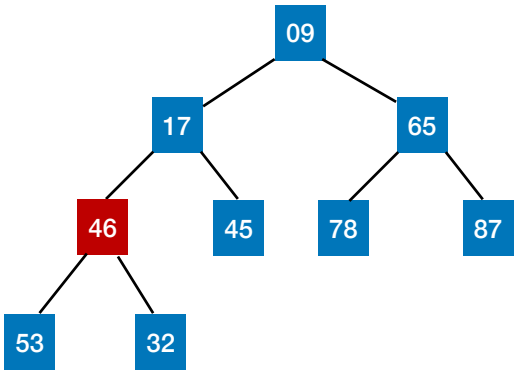



被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

# 在堆中删除元素

小根堆


- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$

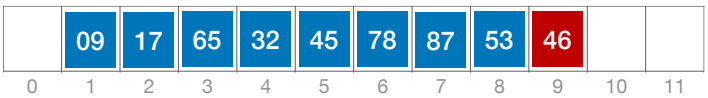



被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

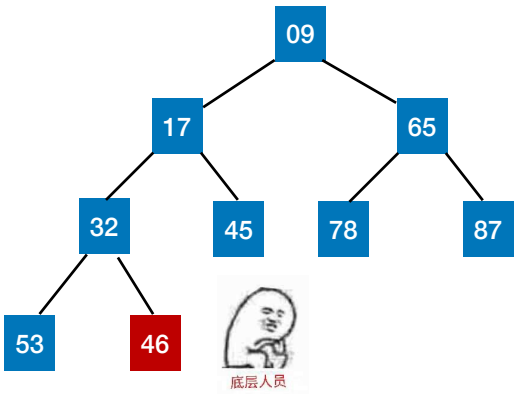


# 在堆中删除元素

小根堆




- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$

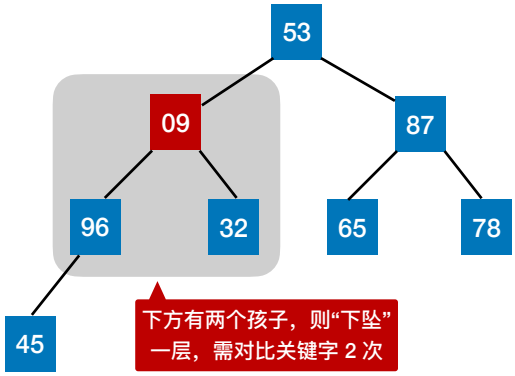



被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

对比关键字的次数 = 4次

# 上节PPT乱入

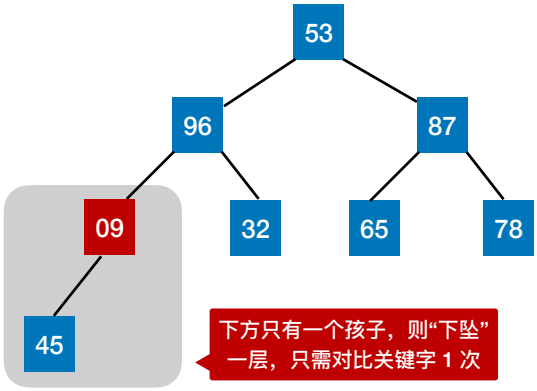
```
//将以 k 为根的子树调整为大根堆
void HeadAdjust(int A[],int k,int len){
    A[0]=A[k];                  //A[0]暂存子树的根结点
    for(int i=2*k;i<=len;i*=2){ //沿key较大的子结点向下筛选
        if(i<len&&A[i]<A[i+1])
            i++;                //取key较大的子结点的下标
        if(A[0]>=A[i])  break;  //筛选结束
        else{
            A[k]=A[i];          //将A[i]调整到双亲结点上
            k=i;                //修改k值，以便继续向下筛选
        }
    }
    A[k]=A[0];                  //被筛选结点的值放入最终位置
}
```






# 上节PPT乱入

```
//将以 k 为根的子树调整为大根堆
void HeadAdjust(int A[],int k,int len){
    A[0]=A[k];                  //A[0]暂存子树的根结点
    for(int i=2*k;i<=len;i*=2){ //沿key较大的子结点向下筛选
        if(i<len&&A[i]<A[i+1])
            i++;                //取key较大的子结点的下标
        if(A[0]>=A[i])  break;  //筛选结束
        else{
            A[k]=A[i];          //将A[i]调整到双亲结点上
            k=i;                //修改k值，以便继续向下筛选
        }
    }
    A[k]=A[0];                  //被筛选结点的值放入最终位置
}
```



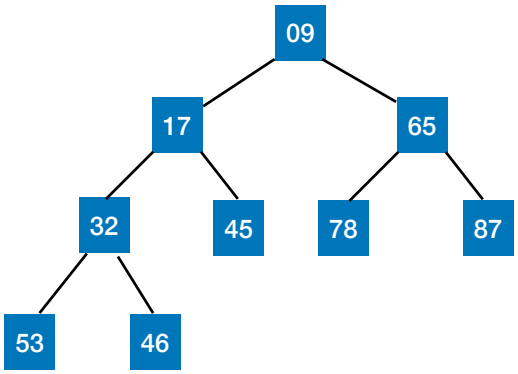

王道考研/CSKAOYAN.COM

# 在堆中删除元素

小根堆

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 09 | 17 | 65 | 32 | 45 | 78 | 87 | 53 | 46 | | |

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$




被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

对比关键字的次数 = 4次

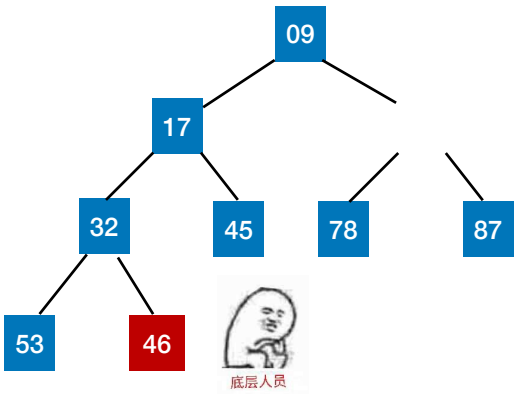


# 在堆中删除元素

小根堆

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 09 | 17 | | 32 | 45 | 78 | 87 | 53 | 46 | | |

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$







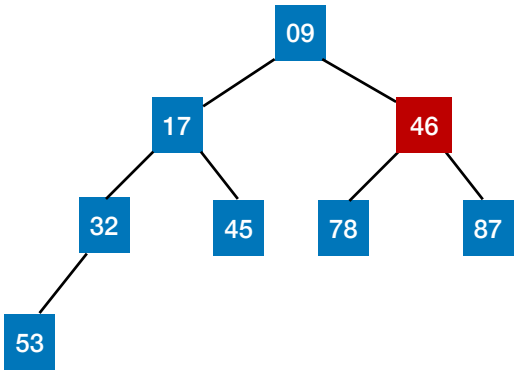
被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

## 在堆中删除元素

小根堆

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 09 | 17 | 46 | 32 | 45 | 78 | 87 | 53 | | | |

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$




被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

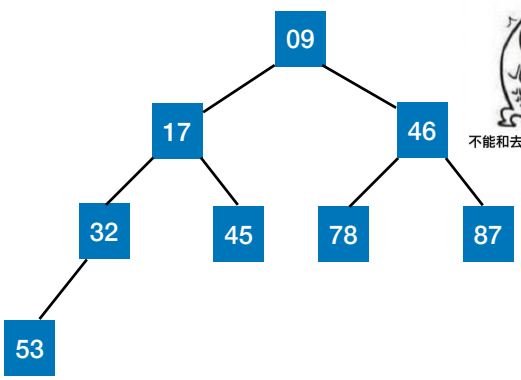


## 在堆中删除元素

小根堆

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 09 | 17 | 46 | 32 | 45 | 78 | 87 | 53 | | | |

- i 的左孩子 ——2i
- i 的右孩子 ——2i+1
- i 的父节点 ——$\lfloor i/2 \rfloor$





不能和去年前年一样堕落

被删除的元素用堆底元素替代，然后让该元素不断“下坠”，直到无法下坠为止

对比关键字的次数 = 2次

## 知识回顾与重要考点