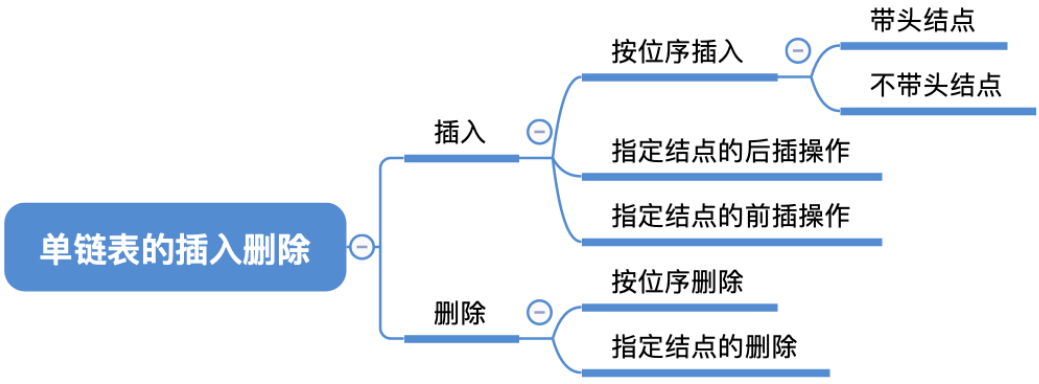
本节内容

单链表

插入和删除

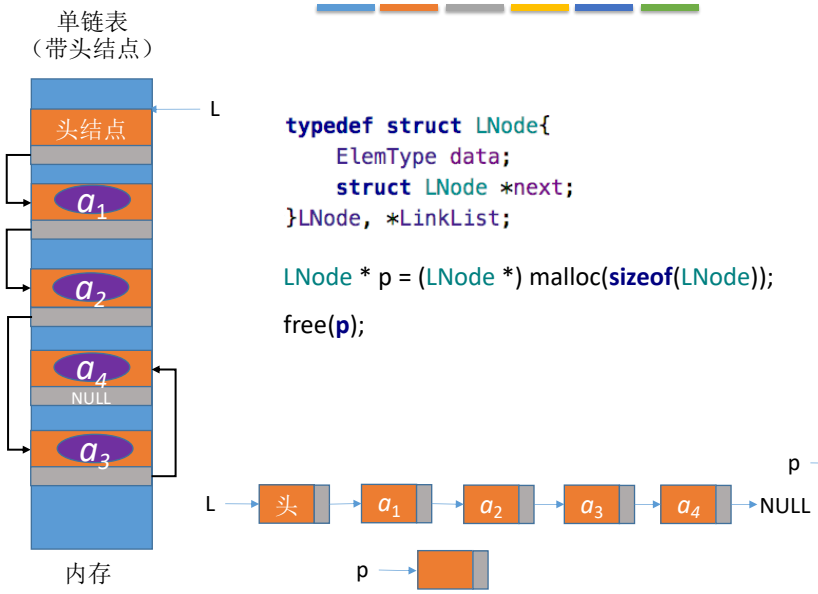
1

知识总览



2

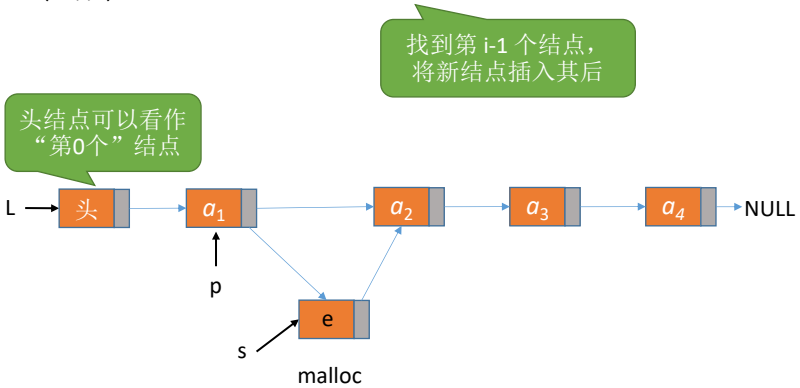
关于简化图示的说明



3

按位序插入（带头结点）

ListInsert(&L,i,e)：插入操作。在表L中的第i个位置上插入指定元素e。



4

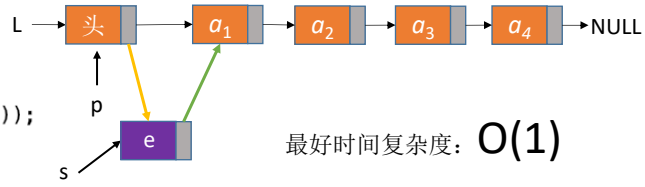
按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

i-1=0

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
①如果 i = 1（插在表头）



最好时间复杂度：O(1)

注意：绿绿和黄黄顺序不能颠倒鸭！

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

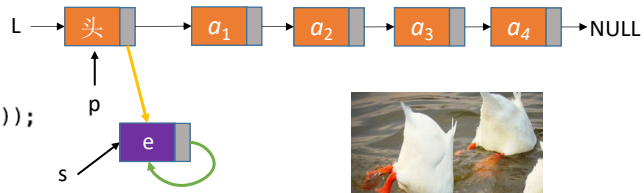
按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

i-1=0

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
①如果 i = 1（插在表头）



注意：绿绿和黄黄顺序不能颠倒鸭！

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

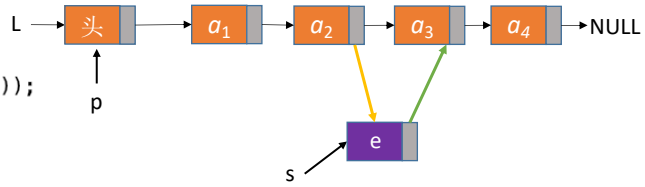
按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

i-1=2

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
②如果 i = 3（插在表中）



7

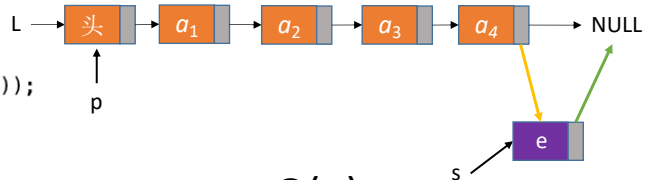
按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

i-1=4

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
③如果 i = 5（插在表尾）



最坏时间复杂度：O(n)

8

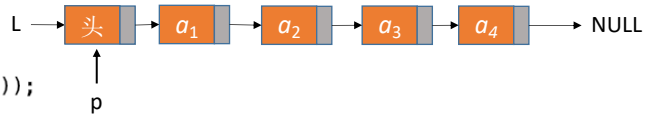
按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

i-1=5

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
④如果 i = 6（i>Lengh）



9

按位序插入（带头结点）

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

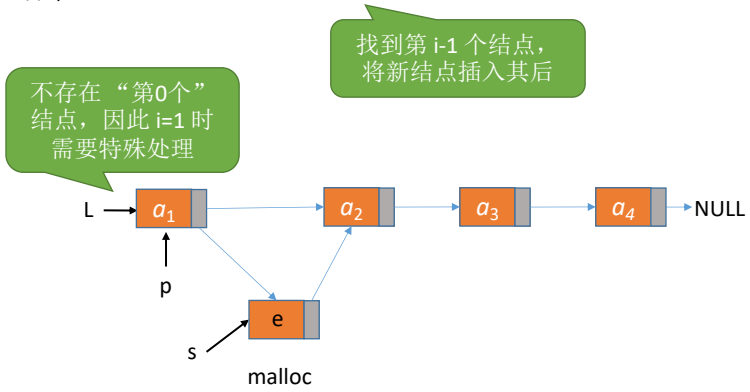
平均时间复杂度：O(n)

原来如此，简单！

10

按位序插入（不带头结点）

ListInsert(&L,i,e)：插入操作。在表L中的第i个位置上插入指定元素e。



11

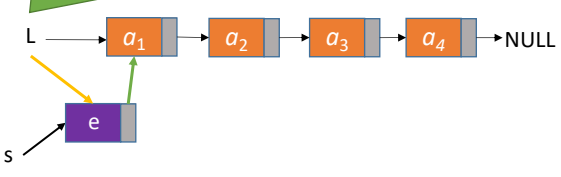
按位序插入（不带头结点）

```
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    if(i==1){    //插入第1个结点的操作与其他结点操作不同
        LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
        s->data = e;
        s->next=L;
        L=s;          //头指针指向新结点
        return true;
    }
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=1;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //p指向第1个结点（注意：不是头结点）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;
    return true;     //插入成功
}
```

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
①如果 i = 1（插在表头）

如果不带头结点，则插入、删除第1个元素时，需要更改头指针L



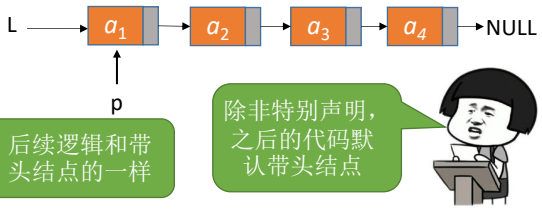
12

按位序插入（不带头结点）

```
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    if(i==1){   //插入第1个结点的操作与其他结点操作不同
        LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
        s->data = e;
        s->next=L;
        L=s;        //头指针指向新结点
        return true;
    }
    LNode *p;   //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=1;    //当前p指向的是第几个结点
    p = L;      //p指向第1个结点（注意：不是头结点）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)     //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;
    return true;    //插入成功
}
```

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
②如果 i > 1...



后续逻辑和带头结点的一样

除非特别声明，之后的代码默认带头结点

结论：不带头结点写代码更不方便，推荐用带头结点
注意：考试中带头、不带头都有可能考察，注意审题

王道考研/CSKAOYAN.COM

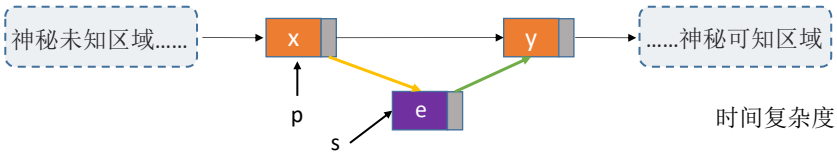
13

指定结点的后插操作

```
//后插操作：在p结点之后插入元素 e
bool InsertNextNode (LNode *p, ElemType e){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    if (s==NULL)    //内存分配失败
        return false;
    s->data = e;        //用结点s保存数据元素e
    s->next=p->next;
    p->next=s;          //将结点s连到p之后
    return true;
}
```

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

某些情况下有可能分配失败（如内存不足）



时间复杂度：O(1)

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

指定结点的后插操作

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

```
//后插操作：在p结点之后插入元素 e
bool InsertNextNode (LNode *p, ElemType e){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    if (s==NULL)     //内存分配失败
        return false;
    s->data = e;          //用结点s保存数据元素e
    s->next=p->next;
    p->next=s;            //将结点s连到p之后
    return true;
}
```

return InsertNextNode(p, e);

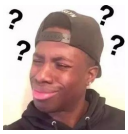
王道考研/CSKAOYAN.COM

15

指定结点的前插操作

```
//前插操作：在p结点之前插入元素 e
bool InsertPriorNode (LNode *p, ElemType e)
```

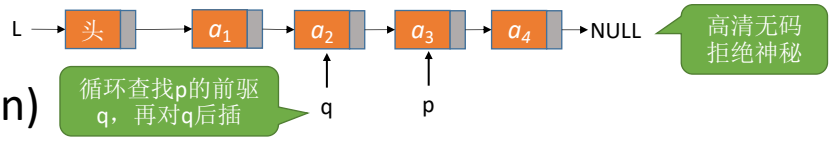
如何找到 p 结点的前驱结点？



笑容被打上马赛克


```
//前插操作：在p结点之前插入元素 e
bool InsertPriorNode (LinkList L, LNode *p, ElemType e)
```

传入头指针



高清无码 拒绝神秘

时间复杂度：O(n)

循环查找p的前驱q，再对q后插

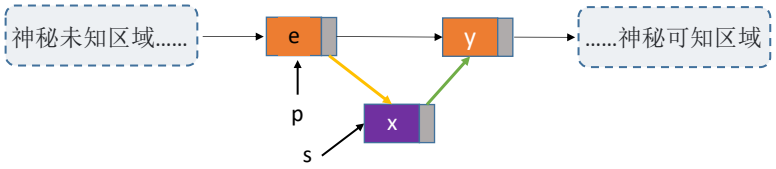
王道考研/CSKAOYAN.COM

16

指定结点的前插操作

```
//前插操作：在p结点之前插入元素 e
bool InsertPriorNode (LNode *p, ElemType e){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    if (s==NULL)    //内存分配失败
        return false;
    s->next=p->next;
    p->next=s;              //新结点 s 连到 p 之后
    s->data=p->data;        //将p中元素复制到s中
    p->data=e;              //p 中元素覆盖为 e
    return true;
}
```

时间复杂度：O(1)



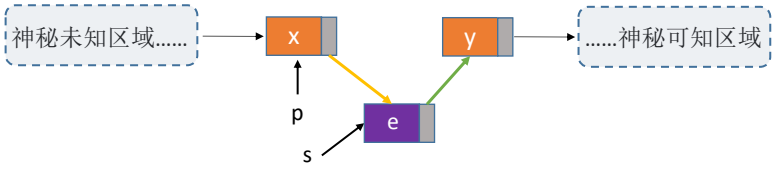
17

指定结点的前插操作

```
//前插操作：在p结点之前插入结点 s
bool InsertPriorNode (LNode *p, LNode *s){
    if (p==NULL || s==NULL)
        return false;
    s->next=p->next;
    p->next=s;                  //s连到p之后
    ElemType temp=p->data;  //交换数据域部分
    p->data=s->data;
    s->data=temp;
    return true;
}
```

王道书版本

temp x



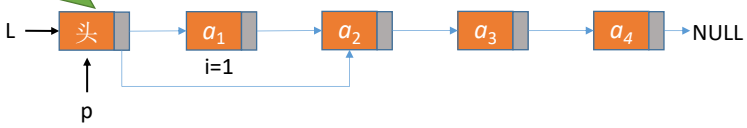
18

按位序删除（带头结点）

ListDelete(&L,i,&e)：删除操作。删除表L中第i个位置的元素，并用e返回删除元素的值。

找到第 i-1 个结点，将其指针指向第i+1个结点，并释放第i个结点

头结点可以看作“第0个”结点



19

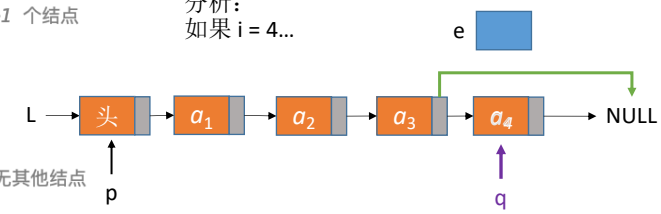
按位序删除（带头结点）

```
bool ListDelete(LinkList &L, int i,ElemType &e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    if(p->next == NULL)      //第i-1个结点之后已无其他结点
        return false;
    LNode *q=p->next;        //令q指向被删除结点
    e = q->data;             //用e返回元素的值
    p->next=q->next;         //将*q结点从链中“断开”
    free(q);                 //释放结点的存储空间
    return true;             //删除成功
}
```

i-1=3

```
typedef struct LNode{
    ElemType data;
    struct LNode *next;
}LNode, *LinkList;
```

分析：
如果 i = 4...



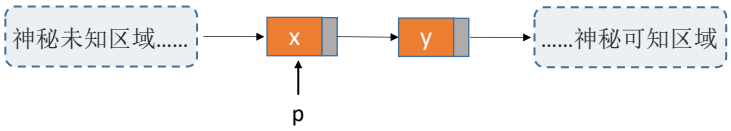
最坏、平均时间复杂度：O(n)
最好时间复杂度：O(1)

如果不带头结点，删除第1个元素，是否需要特殊处理？

20

指定结点的删除

```
//删除指定结点 p
bool DeleteNode (LNode *p)
```



删除结点p，需要修改其前驱结点的 next 指针

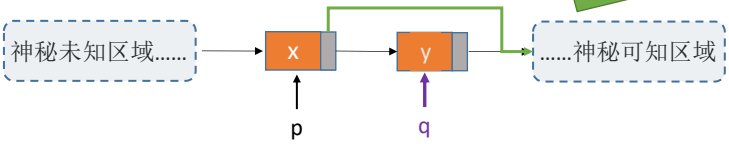
方法1：传入头指针，循环寻找 p 的前驱结点
方法2：偷天换日（类似于结点前插的实现）

21

指定结点的删除

```
//删除指定结点 p
bool DeleteNode (LNode *p){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *q=p->next;          //令q指向*p的后继结点
    p->data=p->next->data;     //和后继结点交换数据域
    p->next=q->next;           //将*q结点从链中"断开"
    free(q);                   //释放后继结点的存储空间
    return true;
}
```

可能是指向一个结点，也可能是指向NULL



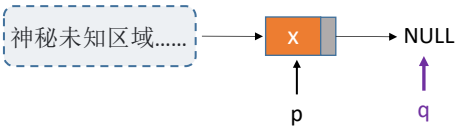
时间复杂度：O(1)

22

指定结点的删除

```
//删除指定结点 p
bool DeleteNode (LNode *p){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *q=p->next;          //令q指向*p的后继结点
    p->data=p->next->data;     //和后继结点交换数据域
    p->next=q->next;           //将*q结点从链中"断开"
    free(q);                   //释放后继结点的存储空间
    return true;
}
```

单链表的局限性：无法逆向检索，有时候不太方便

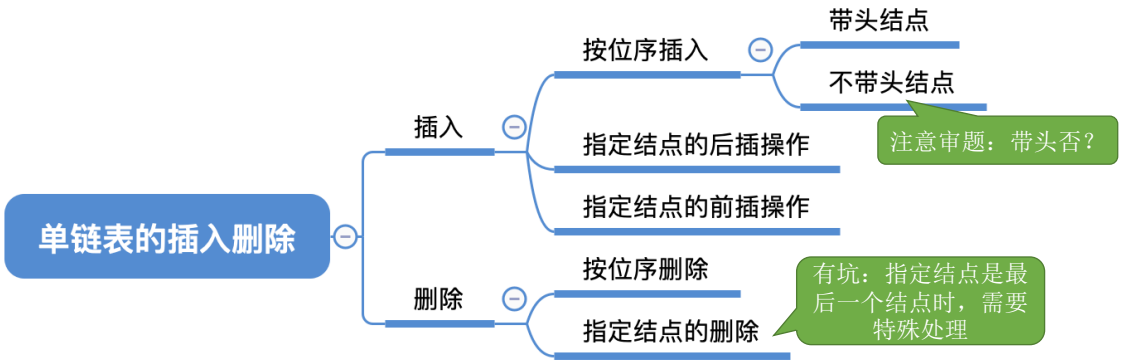


如果p是最后一个结点...

只能从表头开始依次寻找p的前驱，时间复杂度 O(n)

23

知识回顾与重要考点



Tips：

1. 这些代码都要会写，都重要
2. 打牢基础，慢慢加速
3. 体会带头结点、不带头结点的代码区别
4. 体会“封装”的好处

24

封装的好处

小功能模块化，代码逻辑清晰

```
//在第 i 个位置插插入元素 e（带头结点）
bool ListInsert(LinkList &L, int i, ElemType e){
    if(i<1)
        return false;
    LNode *p;    //指针p指向当前扫描到的结点
    int j=0;     //当前p指向的是第几个结点
    p = L;       //L指向头结点，头结点是第0个结点（不存数据）
    while (p!=NULL && j<i-1) {  //循环找到第 i-1 个结点
        p=p->next;
        j++;
    }
    if(p==NULL)      //i值不合法
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    s->data = e;
    s->next=p->next;
    p->next=s;       //将结点s连到p之后
    return true;     //插入成功
}
```

指针p指向第 i-1个结点

p后插入新元素e

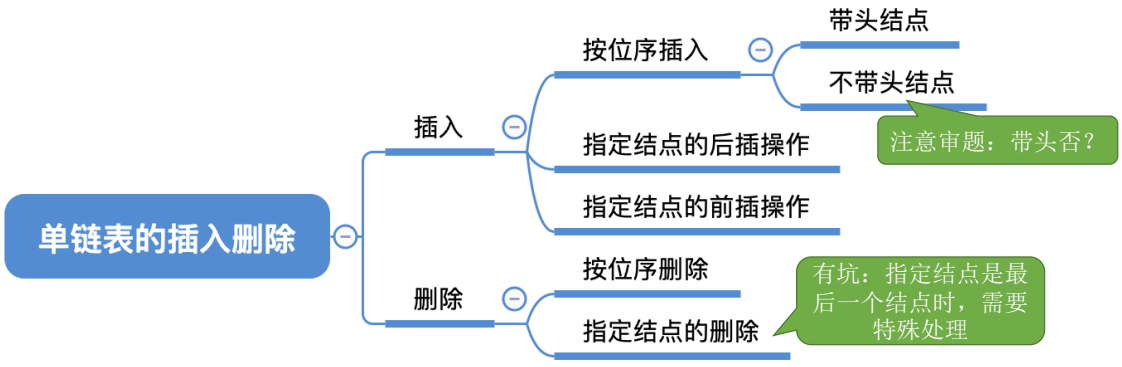
也可以称为“基本操作”。对书本的概念理解不要教条化

```
//后插操作：在p结点之后插入元素 e
bool InsertNextNode (LNode *p, ElemType e){
    if (p==NULL)
        return false;
    LNode *s = (LNode *)malloc(sizeof(LNode));
    if (s==NULL)    //内存分配失败
        return false;
    s->data = e;          //用结点s保存数据元素e
    s->next=p->next;
    p->next=s;            //将结点s连到p之后
    return true;
}
```

```
return InsertNextNode(p, e);
```


25

知识回顾与重要考点



Tips：

1. 这些代码都要会写，都重要
2. 打牢基础，慢慢加速
3. 体会带头结点、不带头结点的代码区别
4. 体会“封装”的好处

26

@王道论坛

@王道计算机考研备考
@王道咸鱼老师-计算机考研
@王道楼楼老师-计算机考研

@王道计算机考研

知乎

@王道计算机考研

微信视频号

@王道计算机考研

微信公众平台

@王道在线

27