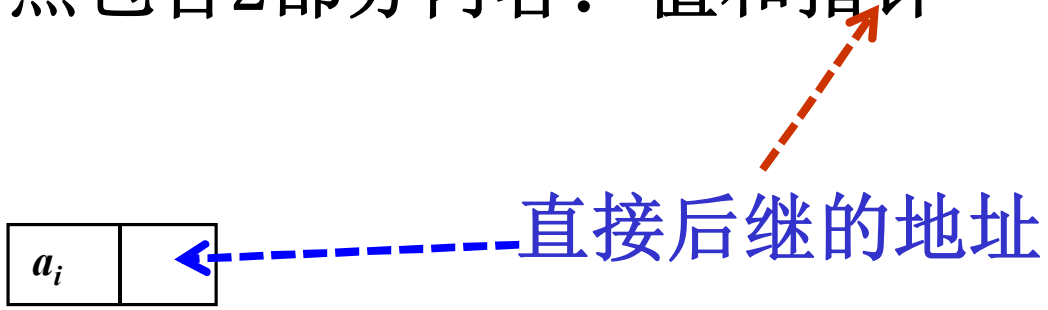
2.3 线性表的链式表示和实现

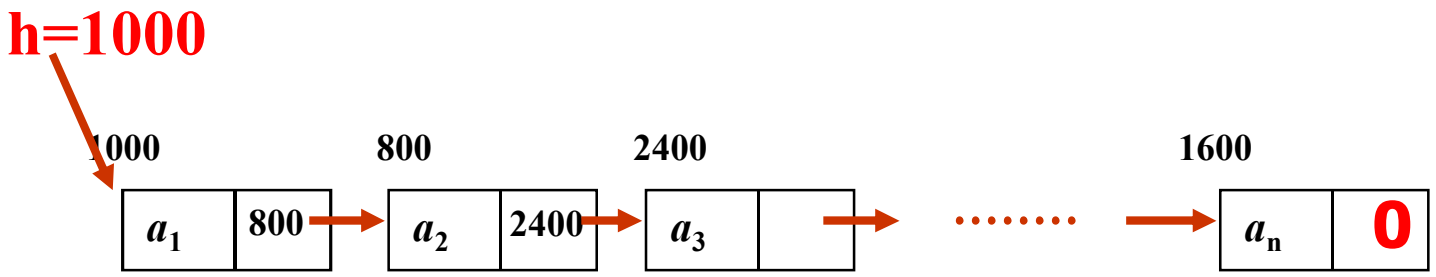
线性表的链式存储结构定义

- 用一组地址任意的存储单元存放线性表的数据元素。
- 每个数据元素存放于一个结点
- 每个结点包含2部分内容：值和指针



线性表的链式存储结构定义

- List=(a_1,a_2,……,a_n)

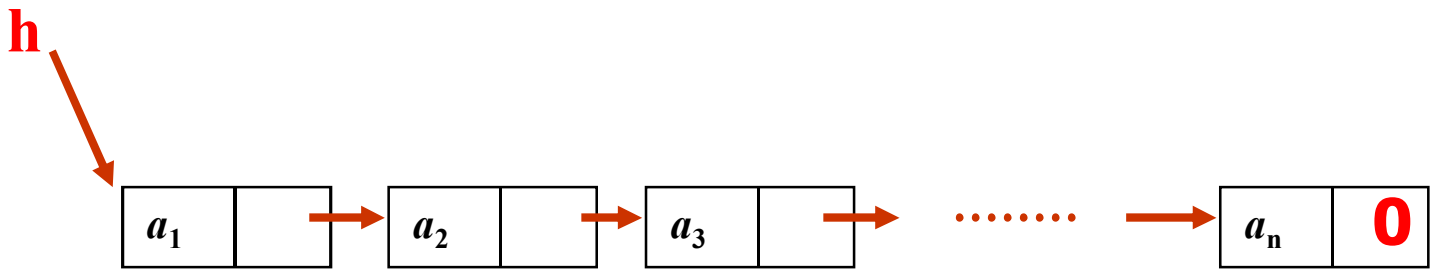


特点：逻辑相邻不一定物理相邻，只能顺序存取

访问第i个数据元素，必须从第一个数据元素开始，沿着每个结点的指针顺次找到第i个数据元素

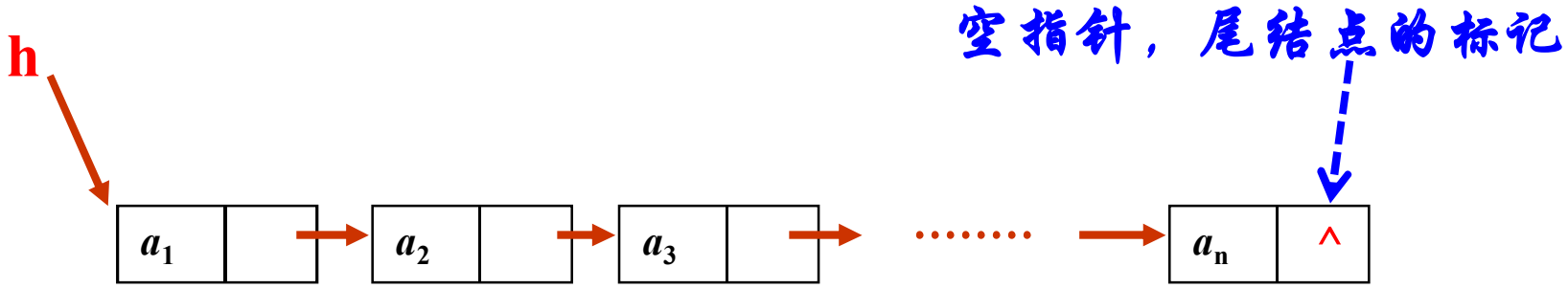
线性表的链式存储结构定义

- List=(a_1,a_2,……,a_n)



线性表的链式存储结构定义

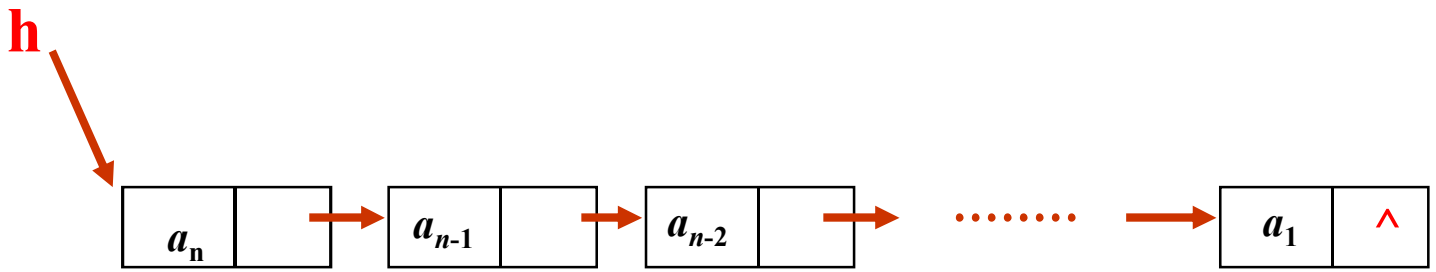
- List=(a_1,a_2,……,a_n)



- List=(a_1,a_2,……,a_n)
- 保存头指针，设置尾结点
- 线性单链表

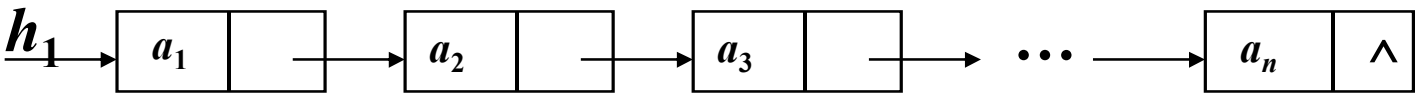
线性表的链式存储结构定义

- List=(a_1,a_2,……,a_n)
- 说明：结点中的指针部分存放逻辑关系，也可以存直接前驱的地址

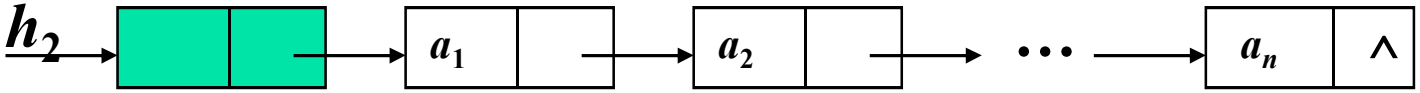


具体实现时：两种单链表

- 不带表头结点的线性单链表



- 带表头结点的线性单链表
- 表头结点通常空着或存放特殊的信息，比如线性表的长度



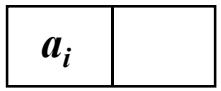
线性单链表的实现

- 线性单链表的实现有2种方式：
  - 动态链表—指针数据类型←主要介绍
  - 静态链表—数组 ←自己看 

- 动态单链表定义：

数据元素的值　指针—逻辑关系

data　next



存放每个数据元素的结点空间

```
typedef struct node{//定义单链表中存放每个数据元素的结点类型
        ElemType  data ;
        struct node *next;}Node,  *LinkList;
LinkList h,p;//定义指针类型变量
Node *q; //定义指针类型变量
```

定义指针类型变量没有指向实际的结点空间，必须初始化

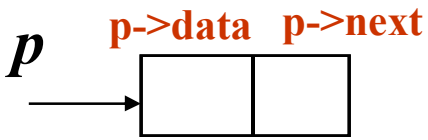
指针类型变量的初始化操作

2种初始化方法：申请空间malloc和赋值语句

1. malloc( )

```
p=(LinkList)malloc(sizeof(Node));
```

p->data　　p->next

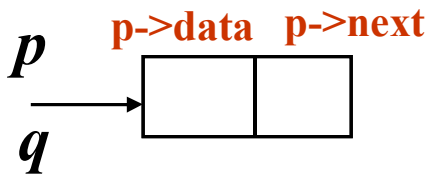


指针类型变量的初始化操作

2. 赋值语句

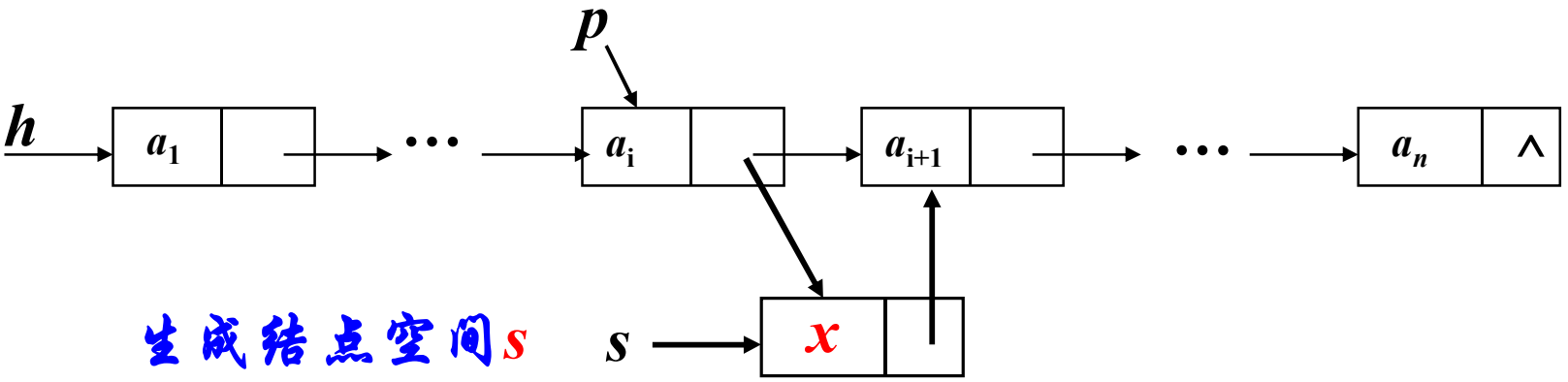
q=p;

把已经存在的结点地址p赋给一个指针变量q, 这样p和q指向同一个结点空间



算法—插入

- 在线性单链表的*p*结点之后插入一个新的结点*x*。
- 线性单链表已经建好



生成结点空间*s*

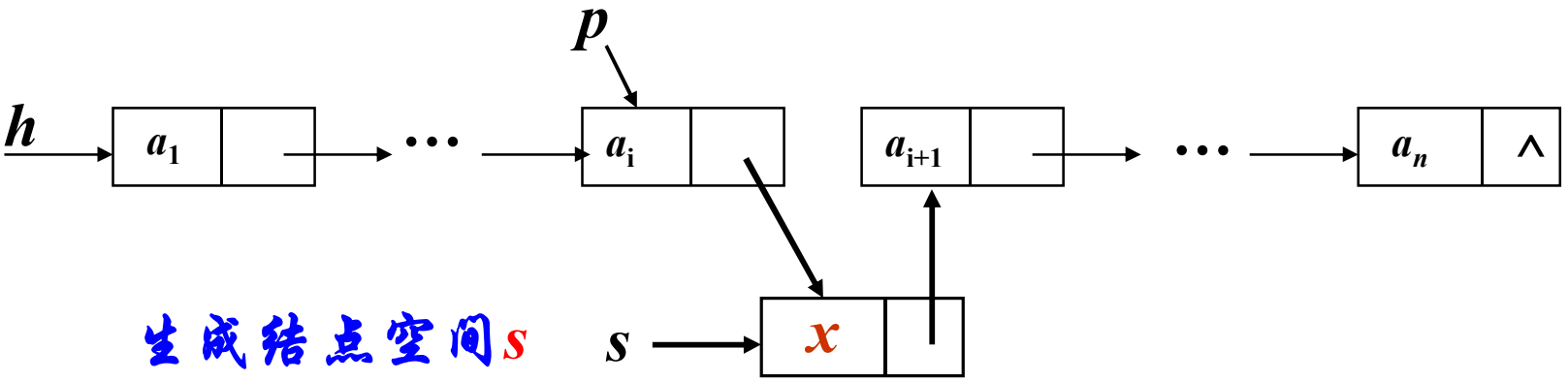
插入的数据*x*放入结点空间*s*

p的直接后继为新插结点*s*的直接后继

新插结点*s*为p的直接后继

算法—插入—不需要移动数据

- 在线性单链表的*p*结点之后插入一个新的结点*x*。
- 线性单链表已经建好



生成结点空间*s*

插入的数据*x*放入结点空间*s*

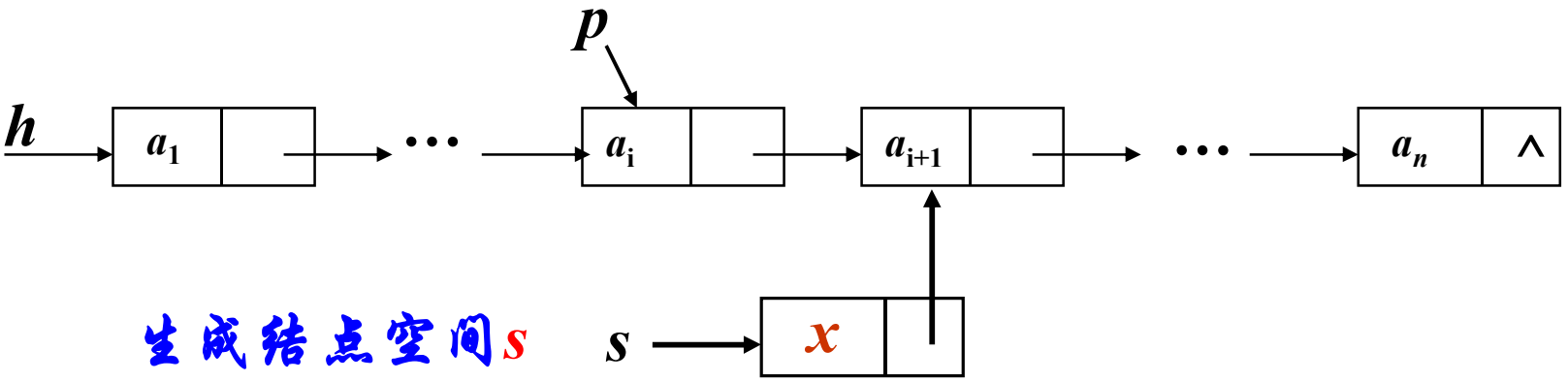
p的直接后继为新插结点*s*的直接后继

新插结点*s*为p的直接后继

s=(LinkList)malloc(sizeof(Node));
s→data=x;
s→next=p→next;

算法—插入

- 在线性单链表的*p*结点之后插入一个新的结点*x*。
- 线性单链表已经建好



生成结点空间s

插入的数据x放入结点空间s

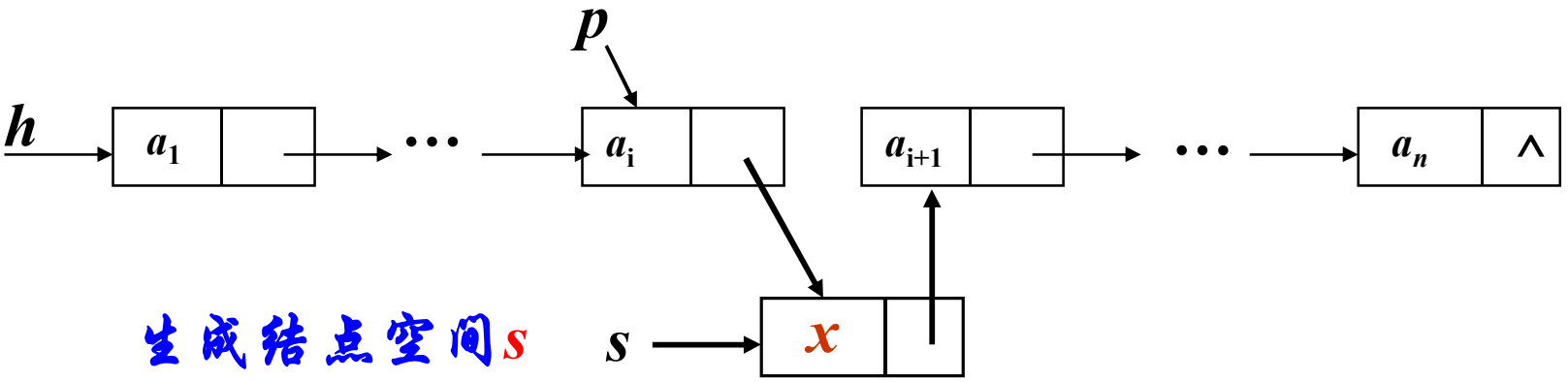
p的直接后继改为新插结点s的直接后继

新插结点s为p的直接后继

算法—插入

```
s=(LinkList)malloc(sizeof(Node));
s→data=x;
s→next=p→next;
p→next=s;
```

- 在线性单链表的*p*结点之后插入一个新的结点*x*。
- 线性单链表已经建好

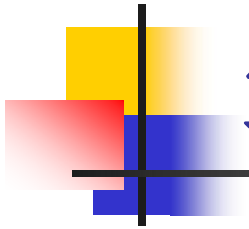


生成结点空间*s*

插入的数据*x*放入结点空间*s*

p的直接后继为新插结点*s*的直接后继

新插结点*s*为p的直接后继



算法—插入

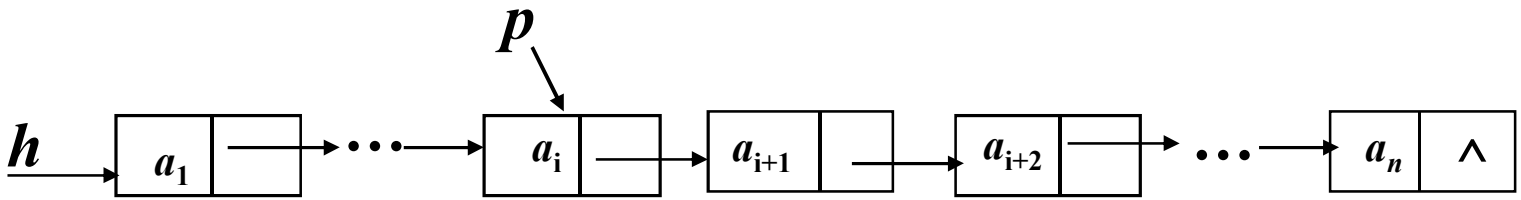
```
void insert(LinkList &p;int x)
{  LinkList s;
   s=(LinkList)malloc(sizeof(Node));//生成结点空间s
   s→data=x;//插入的数据x放入结点空间s
   s→next=p→next; //p的直接后继为新插结点s的直接后继
   p→next=s; //新插结点s为p的直接后继
}
```

算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

*p*结点的直接后继结点是否存在？

线性单链表已经建好



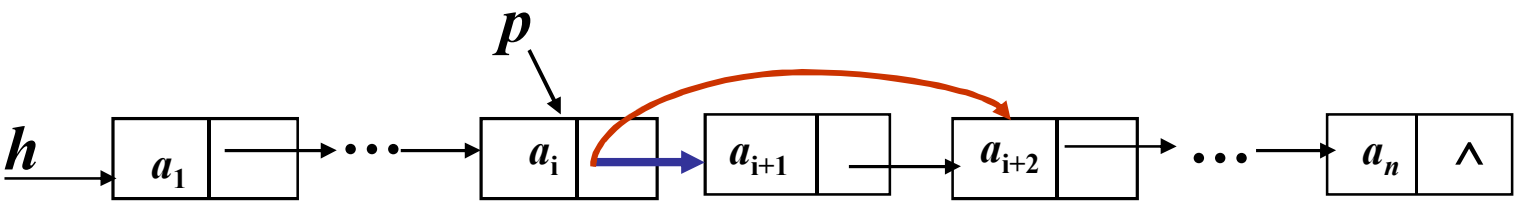
$a_1, a_2, \ldots\ldots, a_{n-1}$存在直接后继， a_n不存在直接后继

若*p*->next==NULL则*p*是线性单链表的尾结点(a_n)不存在直接后继

算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

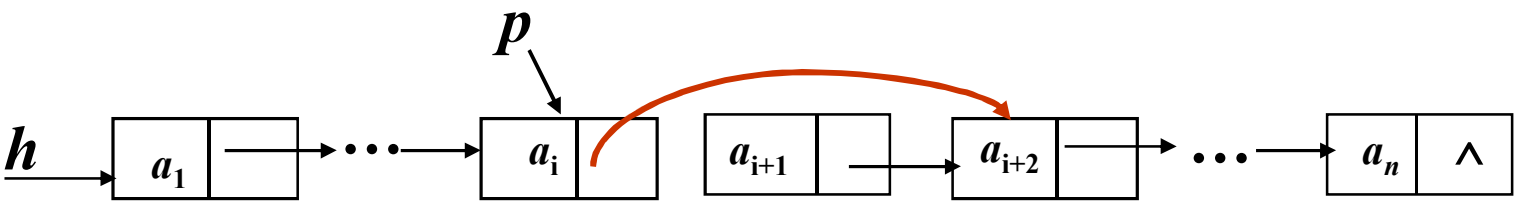
*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

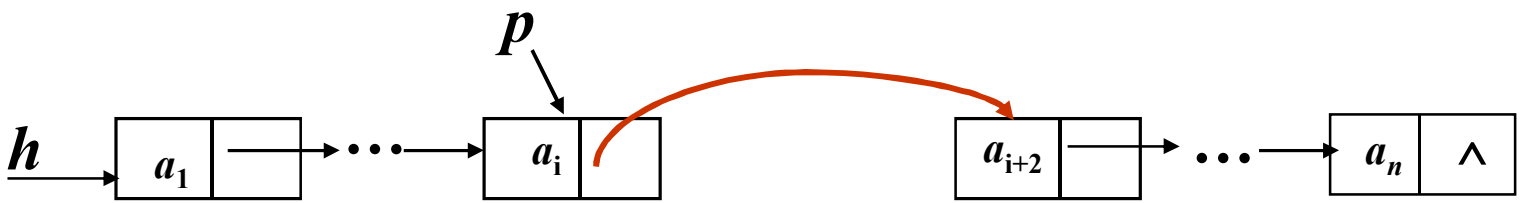
*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



算法—删除—不需要移动数据

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

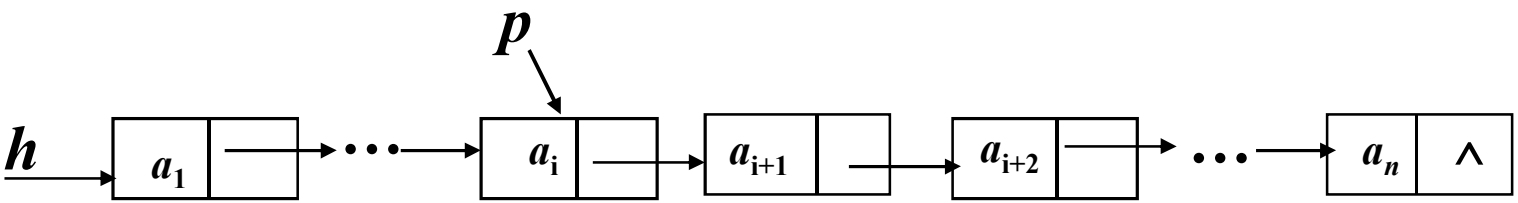
*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

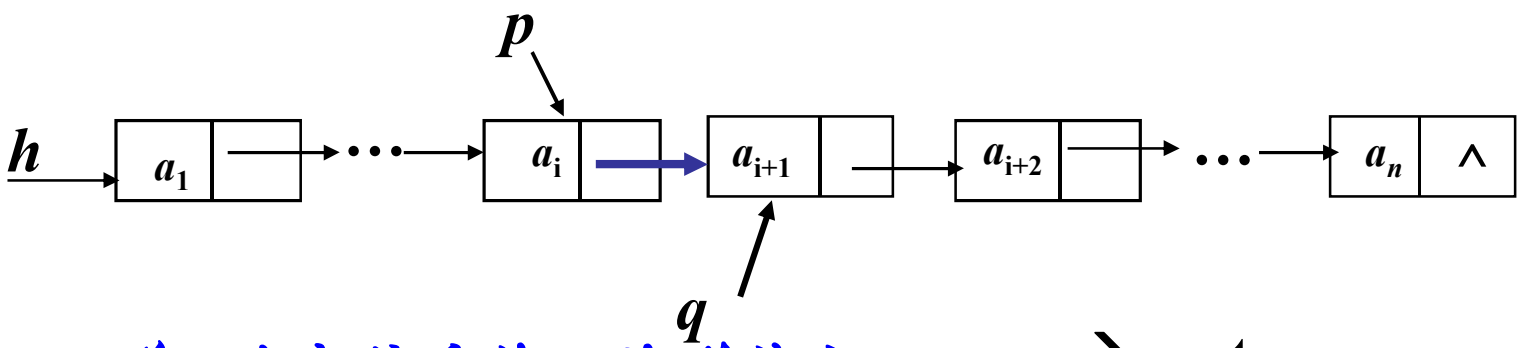
*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作

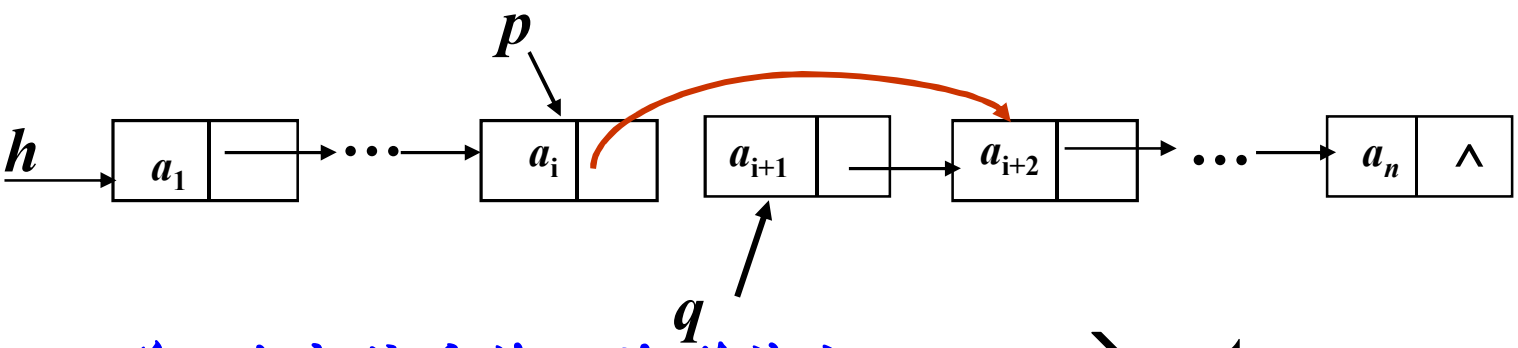


*q*为p的直接后继—被删结点　　q=p→next;

算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



*q*为p的直接后继—被删结点　　q=p→next;

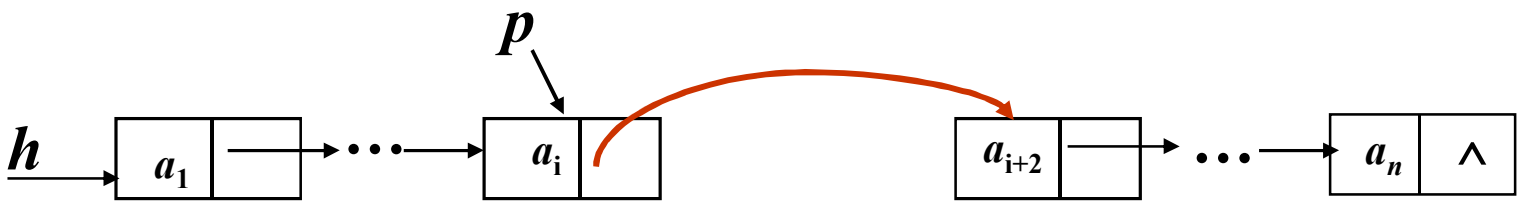
*q*的直接后继改为p的直接后继　　p→next=q→next;

释放*q*的空间　　free(q);

算法—删除

删除线性单链表中*p*结点的直接后继结点。

*p*指向$a_1,a_2,\ldots\ldots,a_{n-1}$存在直接后继，进行删除操作



*q*为p的直接后继—被删结点　　q=p→next;

*q*的直接后继改为p的直接后继　　p→next=q→next;

释放*q*的空间　　free(q);

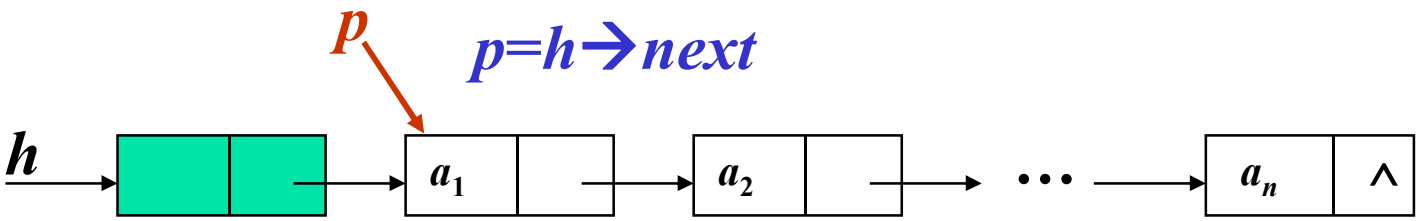
算法—删除

```
void delete(LinkList &p)
{  LinkList q;
   if(p→next)//p结点的直接后继结点是否存在？
   {   q=p→next;//q为p的直接后继—被删结点
       p→next=q→next;//q的直接后继改为p的直接后继
       free(q);//释放q的空间
   }
}
```

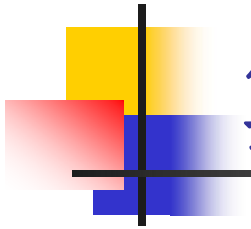
插入和删除均不需要移动数据

算法—查找

在头指针为*h*的**带表头**结点的单链表中查找是否存在值为*x*的结点。**线性单链表已经建好**



从表中第一个数据元素开始顺次比较直到找到*x*，或找到表尾

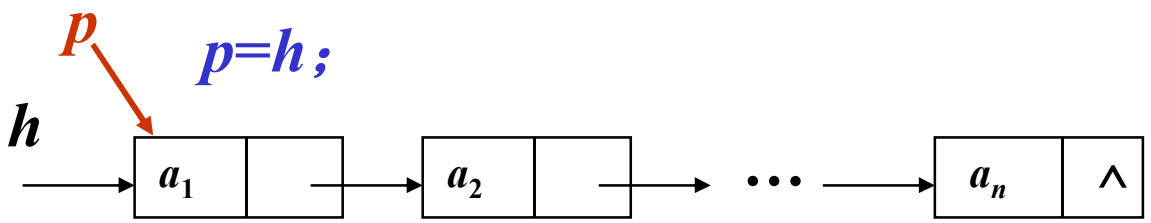


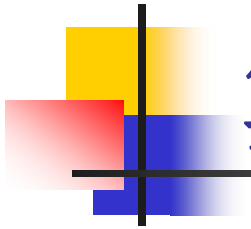
算法—查找

```
LinkList search(LinkList h,int x)
{ LinkList p;
   p=h→next;
   while(p!=NULL)
       if(p→data==x) return p;
       else p=p→next;
   return NULL;
 }
```

算法—查找

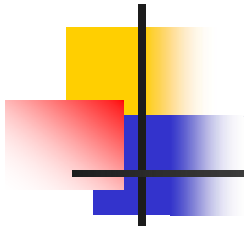
在头指针为*h*的**不带表头**结点的单链表中查找是否存在值为*x*的结点。





算法—查找

```
LinkList search(LinkList h,int x)
{ LinkList p;
  p=h;
  while(p!=NULL)
     if(p→data==x) return p;
     else p=p→next;
  return NULL;
}
```

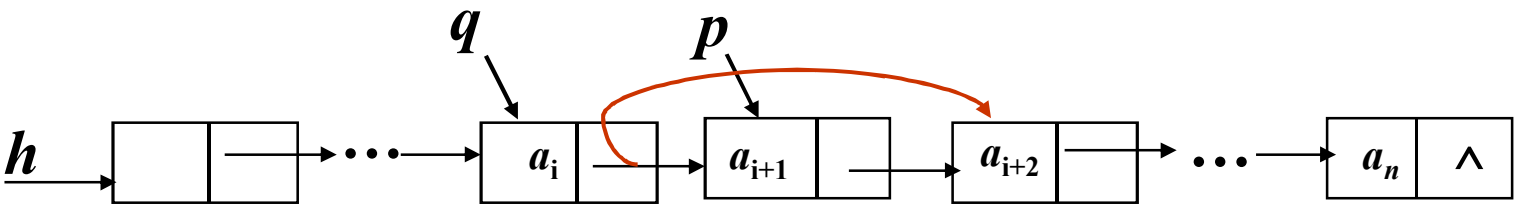


算法—查找

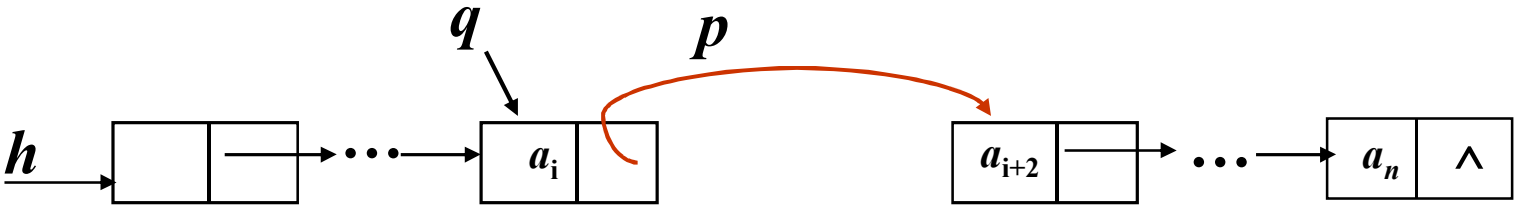
- 在头指针为*h*的带表头结点的单链表中查找第*i*个结点的值。
- 在头指针为*h*的带表头结点的单链表中结点*a*之后插入*b*。
- 查找结点*a*，得到其地址*p*;
  - **p=search(h, a);**
- *p*结点之后插入*b*
  - **if(p!=NULL) insert(p, b);**

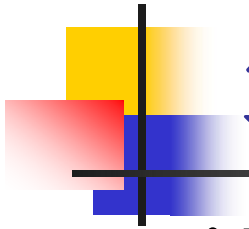
算法—删除

- 在头指针为*h*的带表头结点的单链表中删除结点*x*的**直接后继**。
- 在头指针为*h*的带表头结点的单链表中删除结点*x*。



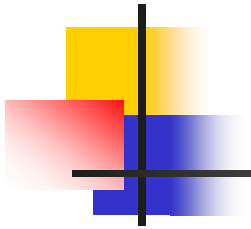
$x==a_{i+1}$





算法—删除

```
void del(LinkList &h,int x)
 { LinkList p,q;
   p=h→next;q=h;
   while(p!=NULL)
      if(p→data==x)
        {q→next=p→next;free(p);return;}
      else
        {q=p;p=p→next;}
 }
```

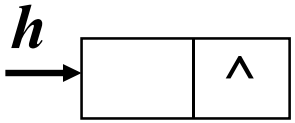


算法—建立单链表

- 单链表的建立可以从一个空表开始，通过插入操作完成，通常2种方法：
  - 首插法
  - 尾插法

算法—首插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继

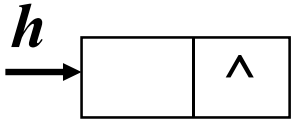


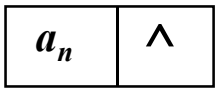
建立一个带表头结点的空链表

```
h =(LinkList)malloc(sizeof(Node));
   h→next=NULL;
```

算法—首插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继



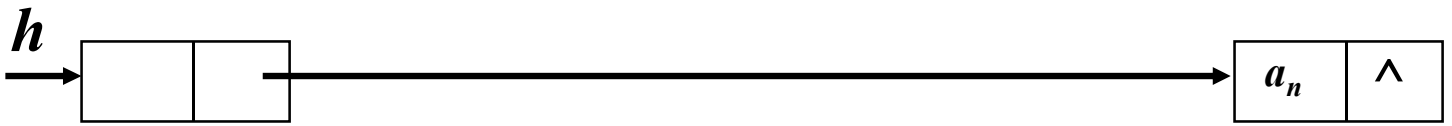


读入a_n,建立结点存放其值

将其插做表头结点的直接后继

算法—首插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继



读入a_n,建立结点存放其值

将其插做表头结点的直接后继

算法—首插法建立

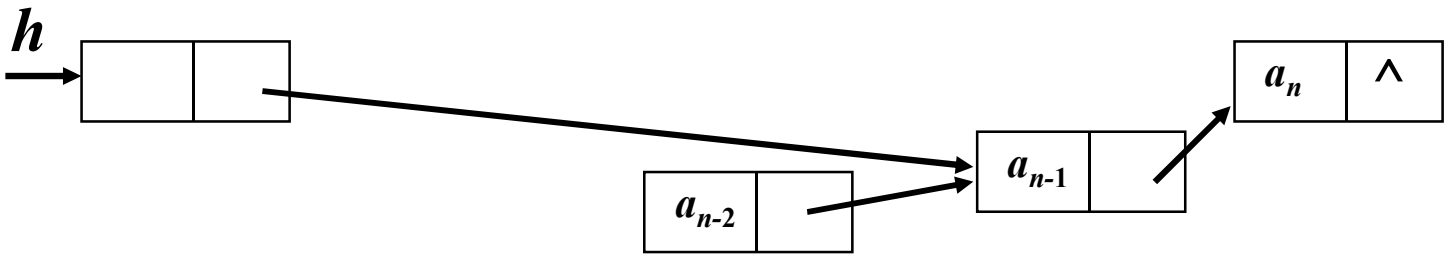
- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继

读入a_{n-1},建立结点存放其值

将其插做表头结点的直接后继

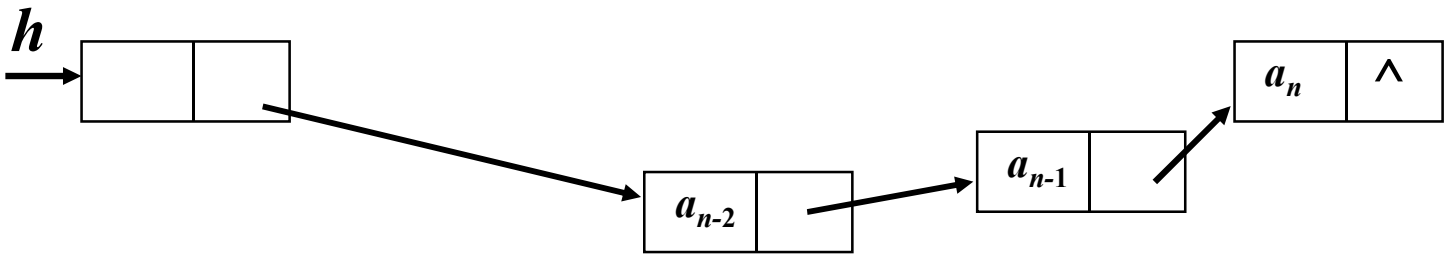
算法—首插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继



算法—首插法建立

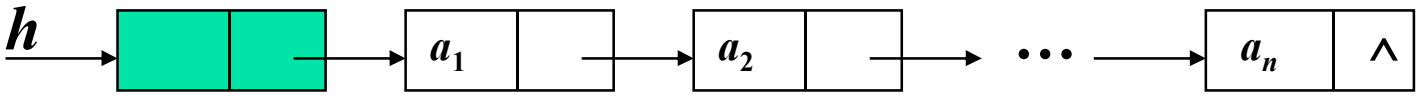
- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表中，做表头结点的直接后继

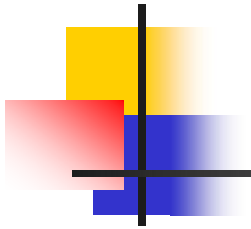


算法—首插法建立

输入数据顺序：

$a_n, a_{n-1}, \cdots, a_{i+1}, a_i, a_{i-1}, \cdots, a_2, a_1$

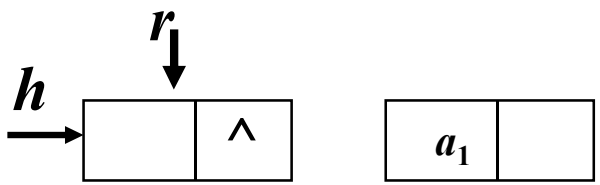




```
void creat1(LinkList &h)
 { LinkList p;  int x, int i, n;
    h =(LinkList)malloc(sizeof(Node));
    h→next=NULL;
    scanf("%d",&n);
    for(i=1; i<=n; i++)
    {   scanf("%d",&x);
        p=(LinkList)malloc(sizeof(Node));
        p→data=x;
        p→next=h→next;
        h→next=p;
     }
 }
```

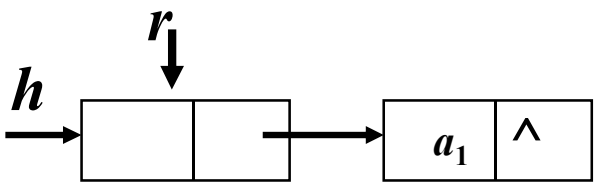
算法—尾插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表尾



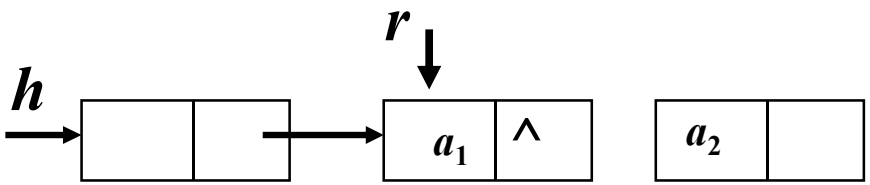
算法—尾插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表尾



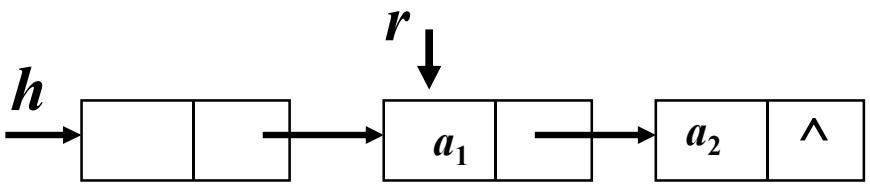
算法—尾插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表尾



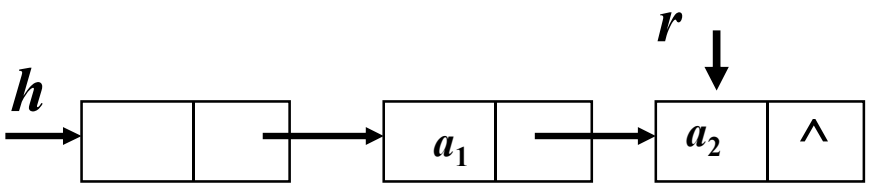
算法—尾插法建立

- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表尾



算法—尾插法建立

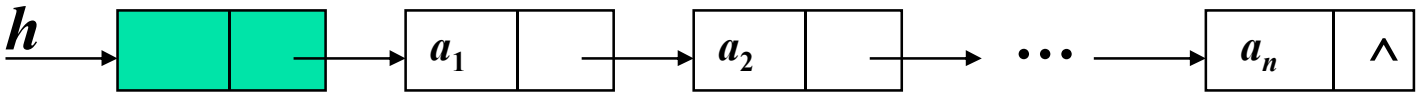
- 建立一个带表头结点的空链表
- 依次读入线性表中的数据元素，将其插入到表尾

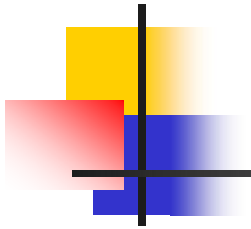


算法—尾插法建立

输入数据顺序：

$a_1, a_2, \cdots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \cdots, a_{n-1}, a_n$

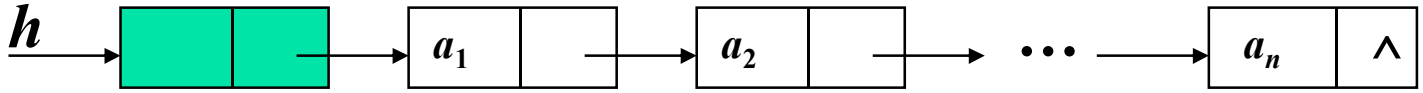


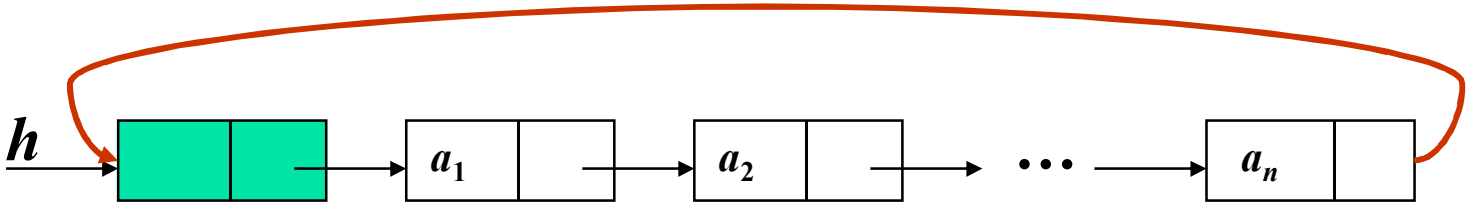


```
void creat2(LinkList &h)
 { LinkList p,r;  int x, i, n;
    h =(LinkList)malloc(sizeof(Node));
    h→next=NULL;
    r=h;
    scanf("%d",&n);
    for(i=1;i<=n;i++)
    {   scanf("%d",&x);
        p=(LinkList)malloc(sizeof(Node));
        p→data=x;
        p→next=NULL;
        r→next=p;r=p;
     }
 }
```

循环单链表

将单链表的尾结点的指针强行指向单链表的头结点





从表中任一结点出发均能找到表中所有结点

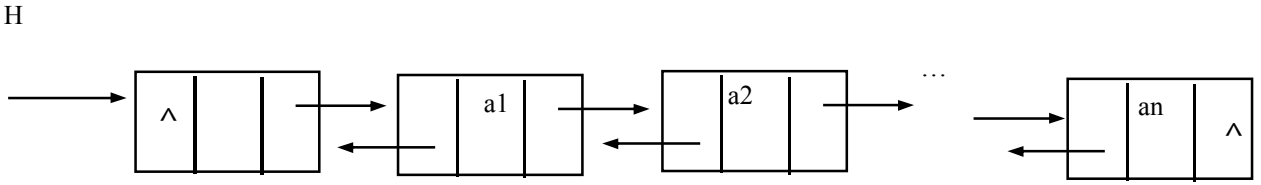
p结点为尾结点的条件： p→next ==h

空循环单链表的判断条件： h→next ==h

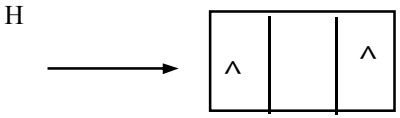
p->prior->next = p = p->next->prior

双向链表

prior data next



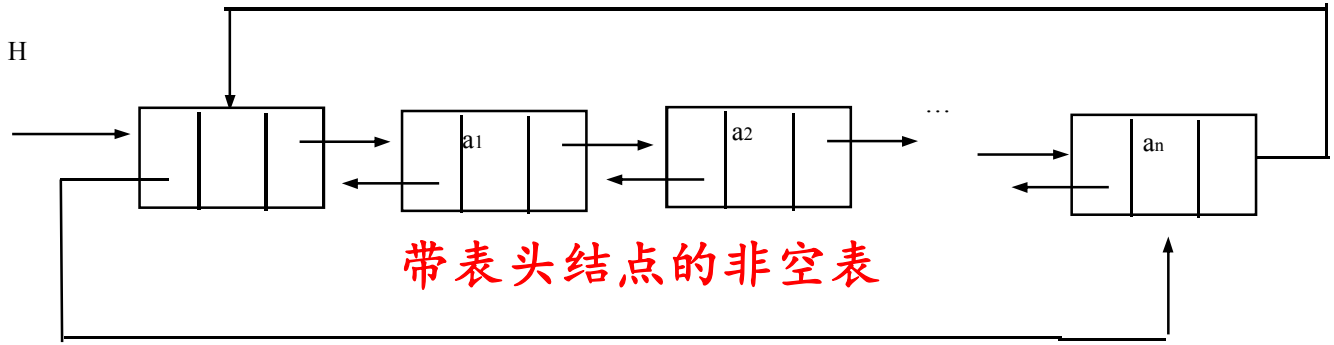
带表头结点的非空表



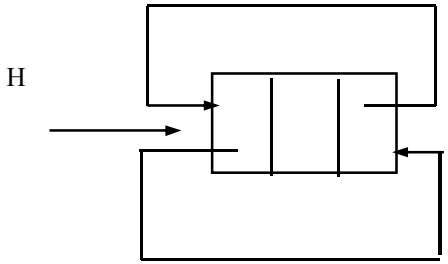
带表头结点的空表

双向链表：单链表的每个结点包含2个指针，分别指向结点的直接前驱和直接后继

双向循环链表



带表头结点的非空表



带表头结点的空表

双向链表：单链表的每个结点包含2个指针，分别指向结点的直接前驱和直接后继

链式存储结构小结

- 逻辑相邻不一定物理相邻
- 只能顺序存取
- 插入和删除操作不需要移动数据
- 按值查找O(n)，和顺序存储结构的按值查找速度相同
- 按数据元素的位置查找O(n)，比顺序存储结构的按位置查找速度慢