信息与软件工程学院

程序设计与算法基础II

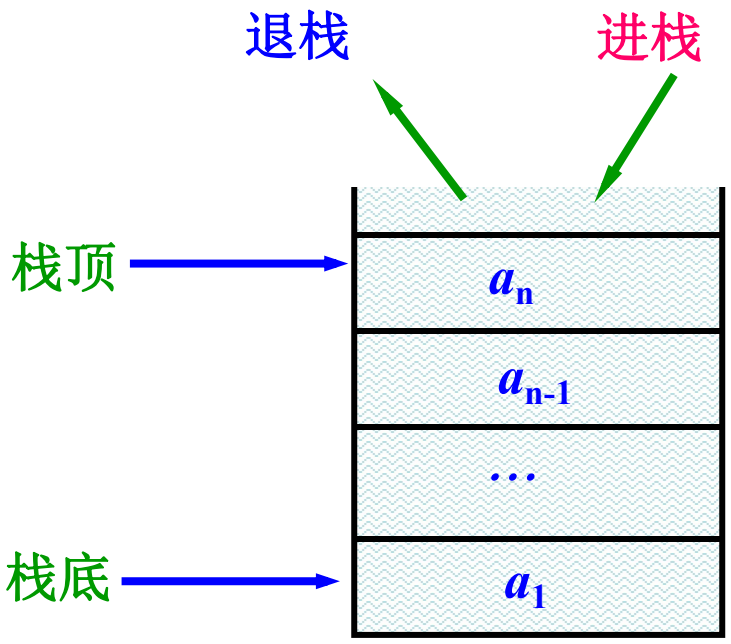
主讲教师：陈安龙

第3章　限定性线性表---栈和队列

- 栈的定义
- 栈的顺序存储
- 栈的链式存储
- 栈的应用
- 队列的定义
- 队列的顺序存储
- 队列的链式存储
- 队列的应用

3.1 栈

- **栈（stack）**
  - ✓ 栈和队列是特殊的线性表，是操作受限的线性表，称限定性数据结构
  - ✓ 特点：先进后出（FILO）或后进先出（LIFO）



① 允许进行插入、删除操作的一端称为栈顶。

② 表的另一端称为栈底。

③ 当栈中没有数据元素时，称为空栈。

④ 栈的插入操作通常称为进栈或入栈。

⑤ 栈的删除操作通常称为退栈或出栈。

思考题： 栈和线性表有什么不同？

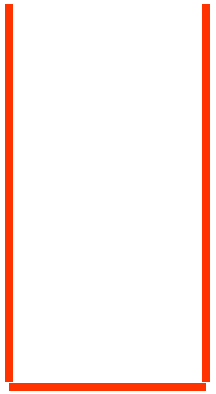
【例3-1】设一个栈的输入序列为*a*，*b*，*c*，*d*，则借助一个栈所得到的输出序列不可能是____。

A. *c*，*d*，*b*，*a*　　B. *d*，*c*，*b*，*a*

C. *a*，*c*，*d*，*b*　　D. *d*，*a*，*b*，*c*

选项D是不可能的？

d　*c*　*b*　*a*



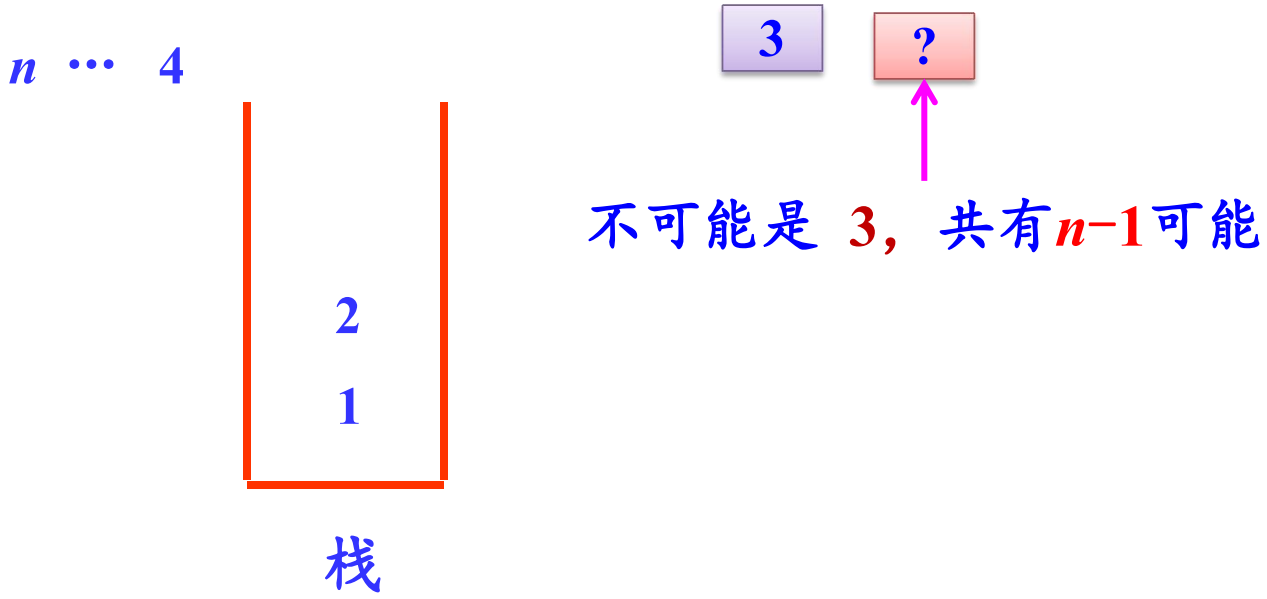
下一步不可能出栈*a*

栈

【例3-2】一个栈的入栈序列为1，2，3，…，n，其出栈序列是p_1，p_2，p_3，…，p_n。若p_2=3，则p_3可能取值的个数是_____。

A.n−3　　B.n-2　　C.n−1　　D. 无法确定

1、2、3进栈，3出栈的结果：



栈抽象数据类型＝逻辑结构＋基本运算（运算描述）

栈的几种基本运算如下：

① **InitStack(s)**：初始化栈。构造一个空栈s。

② **ClearStack(s)**：栈已经存在，将栈置为空栈。

③ **IsEmpty(s)**：判断栈是否为空:若栈s为空，则返回真；否则返回假。

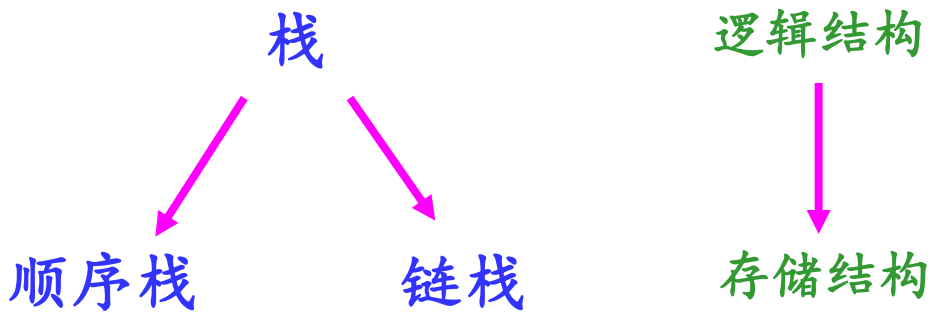
④ **IsFull(s)**：判断栈是否为满:若栈s为满，则返回真；否则返回假。

⑤ **Push(s,x)**：进栈。将元素*e*插入到栈s中作为栈顶元素。

⑥ **Pop(s,x)**：出栈。从栈s中退出栈顶元素，并将其值赋给*x*。

⑦ **GetTop(s,x)**：取栈顶元素。返回当前的栈顶元素，并将其值赋给*x*。

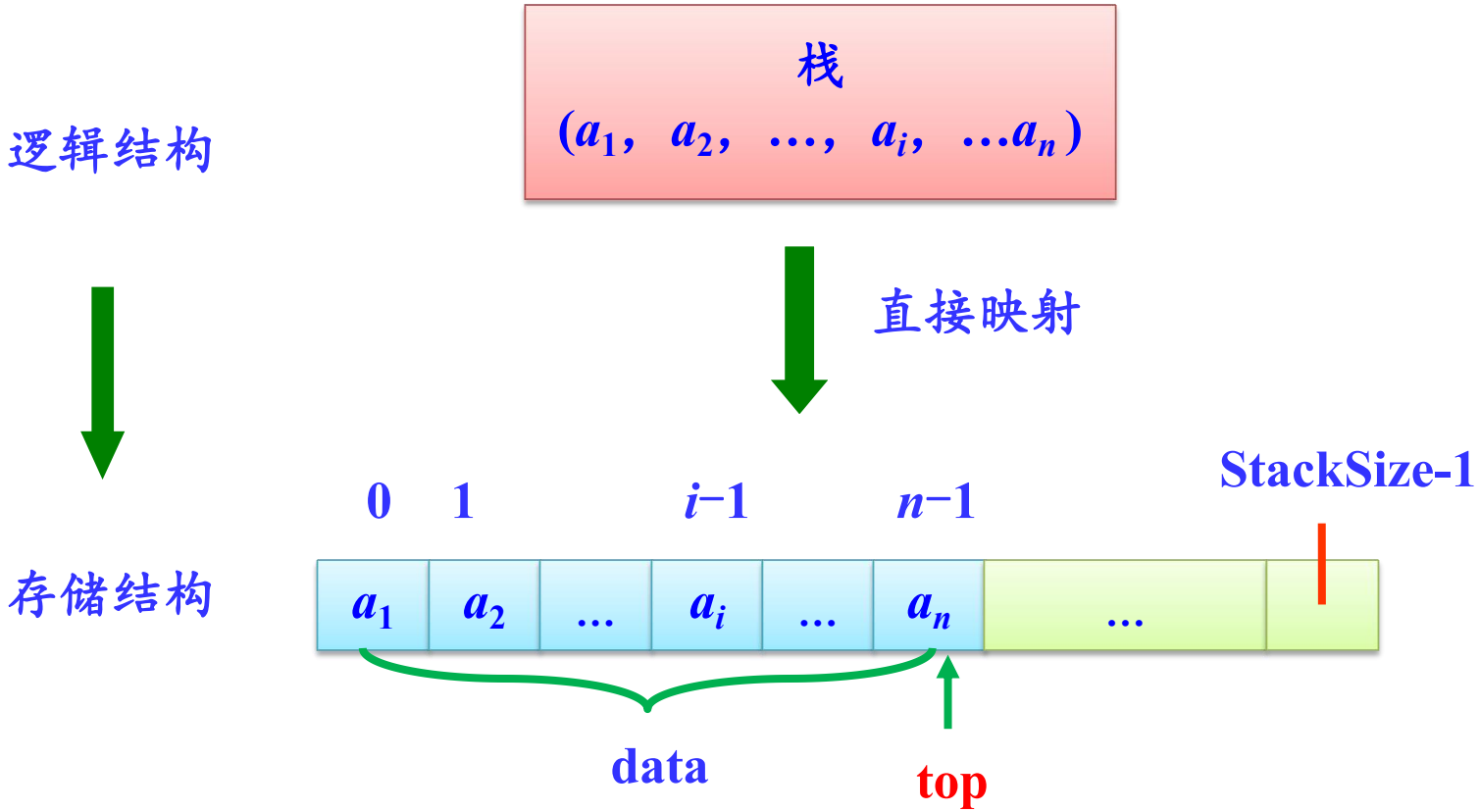
栈中元素逻辑关系与线性表的相同，栈可以采用与线性表相同的存储结构。



栈的顺序存储结构及其基本运算实现

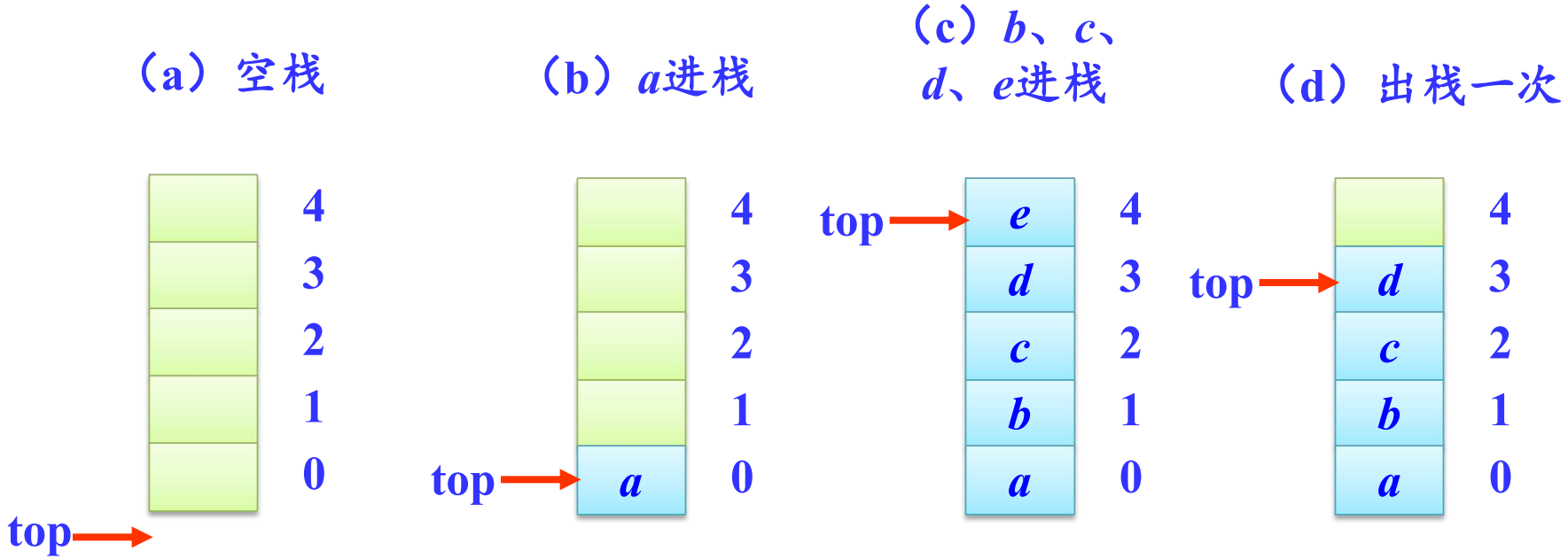
假设栈的元素个数最大不超过正整数StackSize，所有的元素都具有同一数据类型ElemType，则可用下列方式来定义顺序栈类型SeqStack:

```
#define TRUE 1
#define FALSE 0
# define StackSize  50   //定义栈的大小
typedef struct
{     ElemType data[StackSize];
      int top;                  //栈顶指针，实际是栈顶在数组中的下标
} SeqStack;
```


逻辑结构
栈
$(a_1, a_2, \ldots, a_i, \ldots a_n)$
直接映射
存储结构
0
1
$i-1$
$n-1$
StackSize-1
a_1
a_2
…
a_i
…
a_n
…
data
top

顺序栈的示意图

例如：StackSize=5



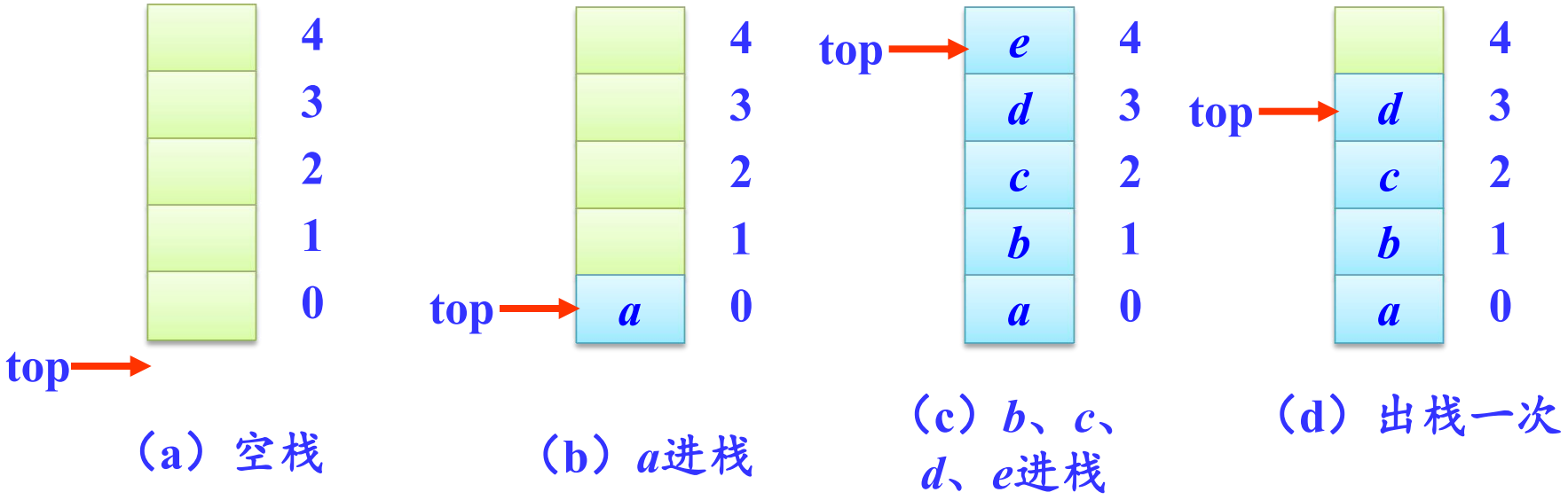
总结：

① 约定top总是指向栈顶元素，初始值为-1

② 当top=StackSize-1时不能再进栈—栈满

③ 进栈时top增1，出栈时top减1

顺序栈的各种状态



（a）空栈　（b）*a*进栈　（c）*b*、*c*、*d*、*e*进栈　（d）出栈一次

顺序栈4要素：

① 栈空条件：top=−1

② 栈满条件：top=StackSize−1

③ 进栈*e*操作：top++; 将*e*放在top处

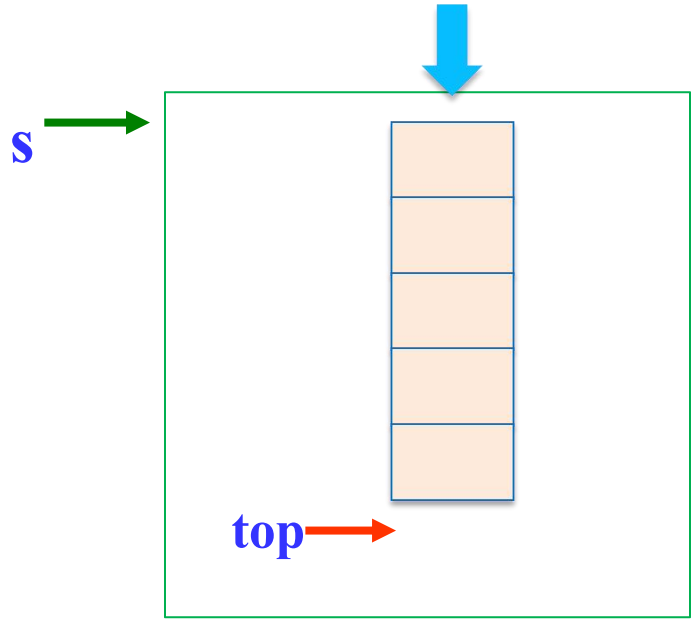
④ 退栈操作：从top处取出元素*e*; top−−;

在顺序栈中实现栈的基本运算算法。

（1）初始化栈InitStack(SeqStack *s)

建立一个新的空栈s，实际上是将栈顶指针指向-1即可。

```
void InitStack(SeqStack *s)
{    //构造一个空栈
     s->top=-1;
}
```



注意：s为栈指针，

top为s所指栈的栈顶指针

（2）判断栈是否为空IsEmpty(SeqStack *s)

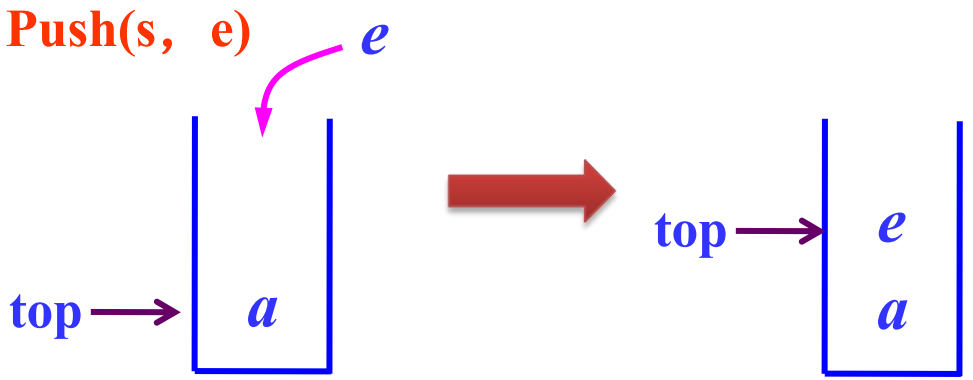
栈S为空的条件是s->top==-1。

```
int IsEmpty(SeqStack *s)
{
      return(s->top==-1);
}
```

（3）进栈Push(SeqStack *s，ElemType e)

在栈不满的条件下，先将栈指针增1，然后在该位置上插入元素*e*。

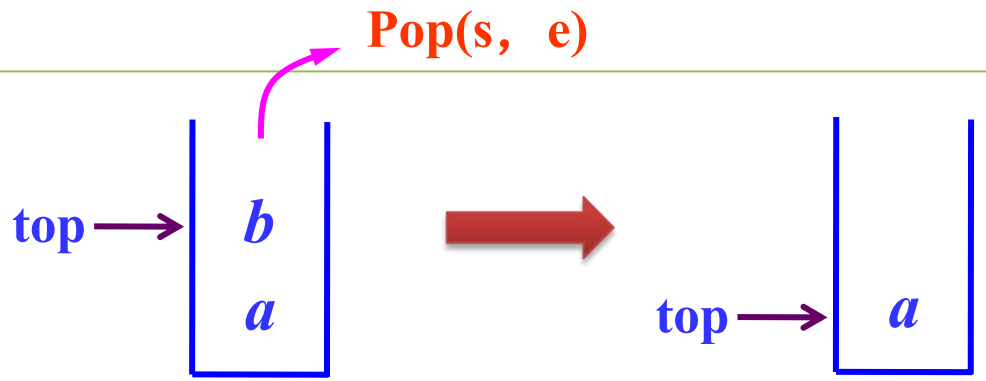
```
int Push(SeqStack *s，ElemType e)
{   if (s->top==StackSize-1)        //栈满的情况，即栈上溢出
        return 0;
    s->top++;                       //栈顶指针增1
    s->data[s->top]=e;              //元素e放在栈顶指针处
    return 1;
}
```



（4）出栈Pop(SeqStack *s，ElemType *e)

在栈不为空的条件下，先将栈顶元素赋给*e*，然后将栈指针减1。

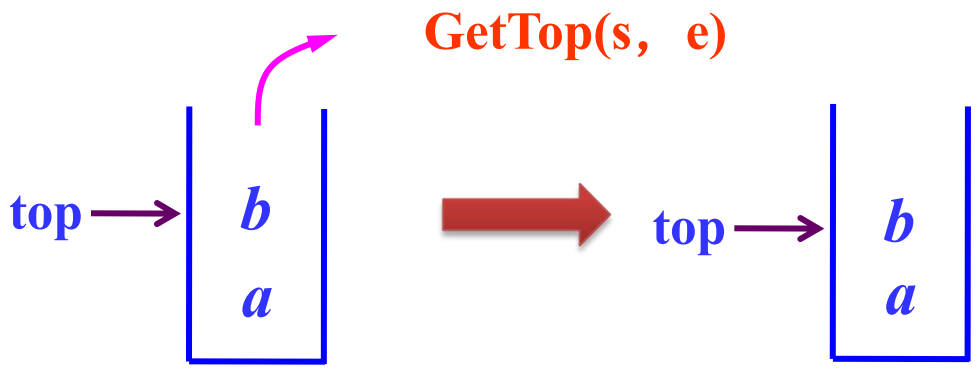
```
int Pop(SeqStack *s，ElemType *e)
{   if (s->top==-1) return 0;          //栈为空的情况，即栈下溢出
    *e=s->data[s->top];                //取栈顶指针元素的元素
    s->top--;                          //栈顶指针减1
    return 1;
}
```



（5）取栈顶元素GetTop(SeqStack *s，ElemType *e)

在栈不为空的条件下，将栈顶元素赋给*e*。

```
int GetTop(SeqStack *s，ElemType *e)
{
    if (s->top==-1)  return 0;        //栈为空的情况，即栈下溢出
   *e=s->data[s->top];                //取栈顶指针元素的元素
    return 1;
}
```



【例1】 设计一个算法利用顺序栈判断一个字符串是否是对称串。

所谓对称串是指从左向右读和从右向左读的序列相同。

算法设计思路

字符串str的所有元素依次进栈，产生的出栈序列正好与str的顺序相反。

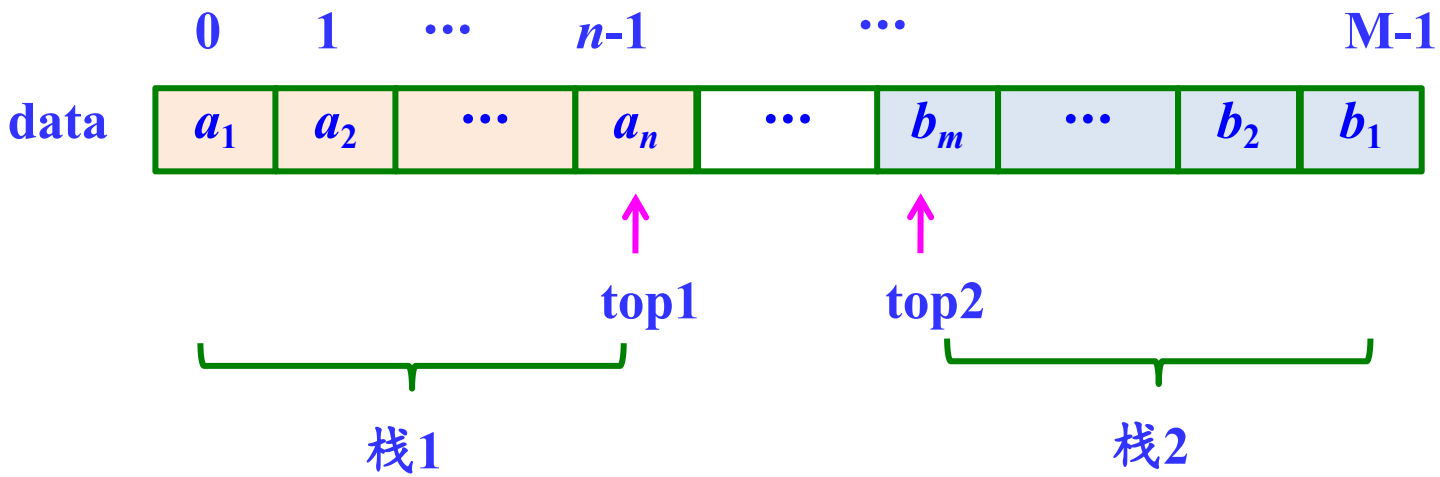
```
int symmetry(ElemType str[])
{   int i;  ElemType e; SeqStack st;
    InitStack(st);                          //初始化栈

    for (i=0;str[i]!='\0';i++)              //将串所有元素进栈
        Push(&st，str[i]);                  //元素进栈

    for (i=0;str[i]!='\0';i++)
    {   Pop(&st，e);                        //退栈元素e
        if (str[i]!=e)                      //若e与当前串元素不同则不是对称串
        {
            return 0;
        }
    }

    return 1;
}
```

str的所有元素依次进栈

判断正反序是否相同

多栈共享技术

如果需要用到两个相同类型的栈，可以用一个数组ata[0...M-1来实现这两个栈，这称为共享栈。



共享栈类型：

```
#define TRUE   1
#define FALSE 0
#define M 100
typedef struct
{    ElemType Stack[M];          //存放共享栈中元素
     int top[2];                 //两个栈的栈顶在数组Stack的下标
} DqStack;
```

1） 两栈共享的初始化操作算法

```
void InitStack(DqStack *S)
{
        S->top[0]=-1;
        S->top[1]=M;
}
```

2） 两栈共享的进栈操作算法

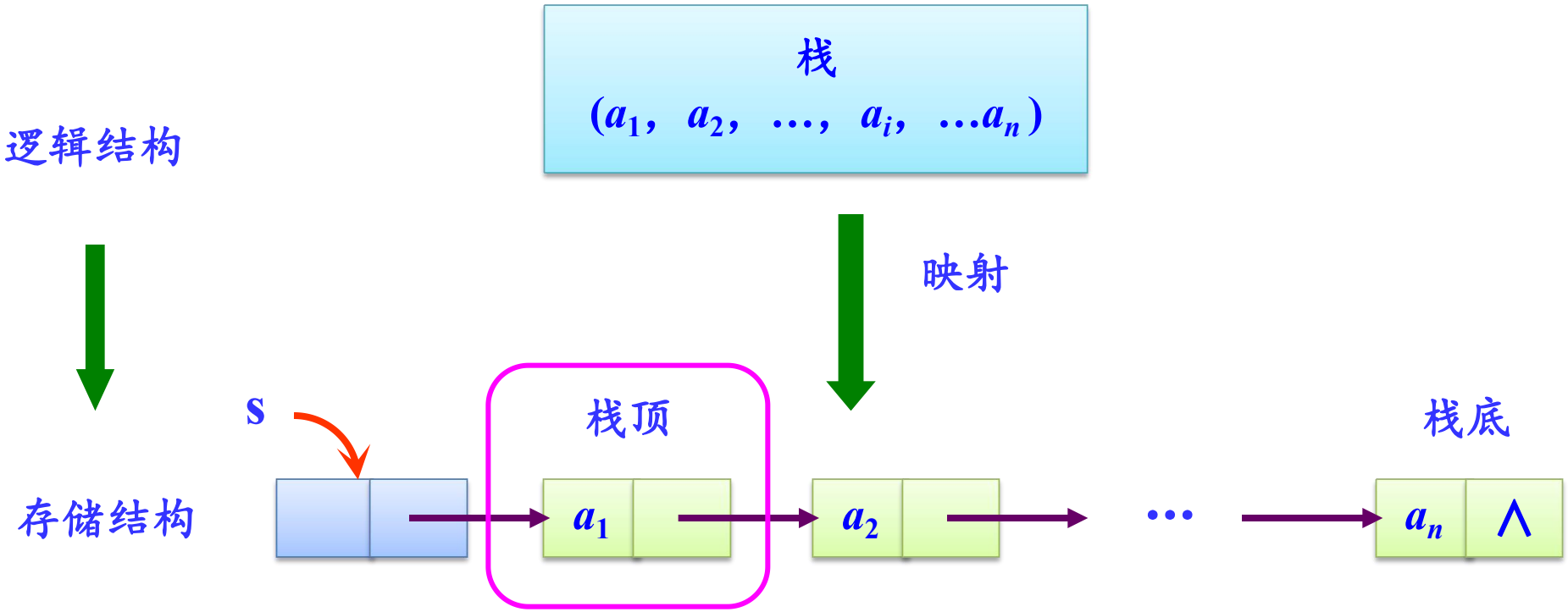
```
int Push(DqStack *S, StackElementType x, int i)
{       if(S->top[0]+1==S->top[1])  return 0;  /*栈已满*/
        switch(i)
        {   case 0: S->top[0]++; S->Stack[S->top[0]]=x; break;
            case 1: S->top[1]--; S->Stack[S->top[1]]=x; break;
           default: return 0;
        }
        return 1;
}
```

3） 两栈共享的出栈操作算法

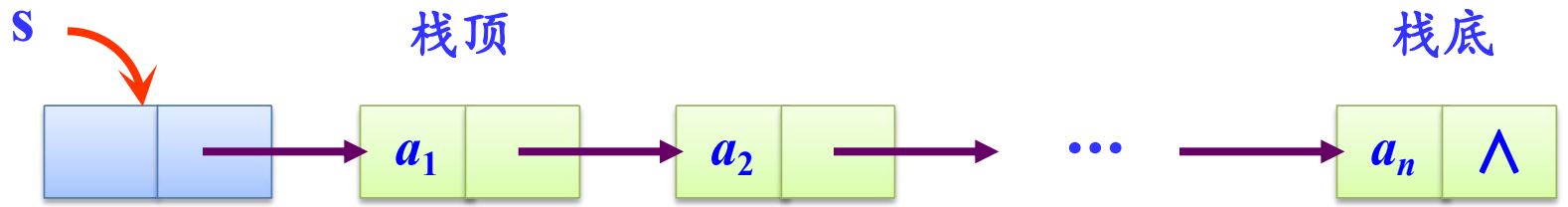
```
int Pop(DqStack *S, StackElementType *x, int i)
{switch(i)
  {   case 0: if(S->top[0]==-1)  return 0;
                *x=S->Stack[S->top[0]]; S->top[0]--; break;
      case 1: if(S->top[1]==M)  return 0;
                *x=S->Stack[S->top[1]]; S->top[1]++;break;
      default: return 0;
   }
   return 0;
}
```

2 栈的链式存储结构及其基本运算的实现

采用链表存储的栈称为链栈，这里采用带头结点的单链表实现。



一个链栈的示意图



链栈的4要素：

- 栈空条件：s->next=NULL
- 栈满条件：不考虑
- 进栈*e*操作：将包含*e*的结点插入到头结点之后
- 退栈操作：取出头结点之后结点的元素并删除之

链栈中数据结点的类型LinkStackNode定义如下：

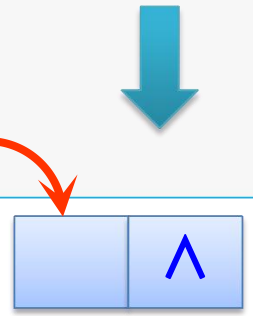
```
typedef struct node
{   ElementType  data; //数据域
    struct node *next;    //指针域
} LinkStackNode;
  typedef  LinkStackNode  *LinkStack;
```

在链栈中，栈的基本运算算法如下。

（1）初始化栈initStack(s)

建立一个空栈s。实际上是创建链栈的头结点，并将其next域置为NULL。

```
int initStack (LinkStack *s)
{     *s=(LinkStack)malloc(sizeof(LinkStackNode));
      if (*s == NULL) return 1;
      else (*s)->next = NULL;
      return 0;
}
```



（2）销毁栈destroyStack(s)

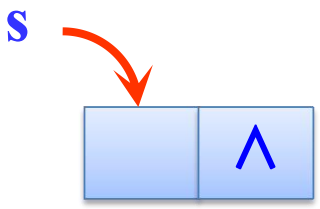
释放栈s占用的全部存储空间。

```
void destroyStack(LinkStackNode *s)
{    LinkStackNode *p=s,  *q=s->next;
     while (q!=NULL)
     {    free(p);
          p=q;
          q=p->next;
     }
     free(p);    //此时p指向尾结点，释放其空间
}
```

（3）判断栈是否为空IsEmpty(s)

栈S为空的条件是s->next==NULL，即单链表中没有数据结点。

```
int isEmpty(LinkStackNode s)
{
    return(s->next==NULL);
}
```

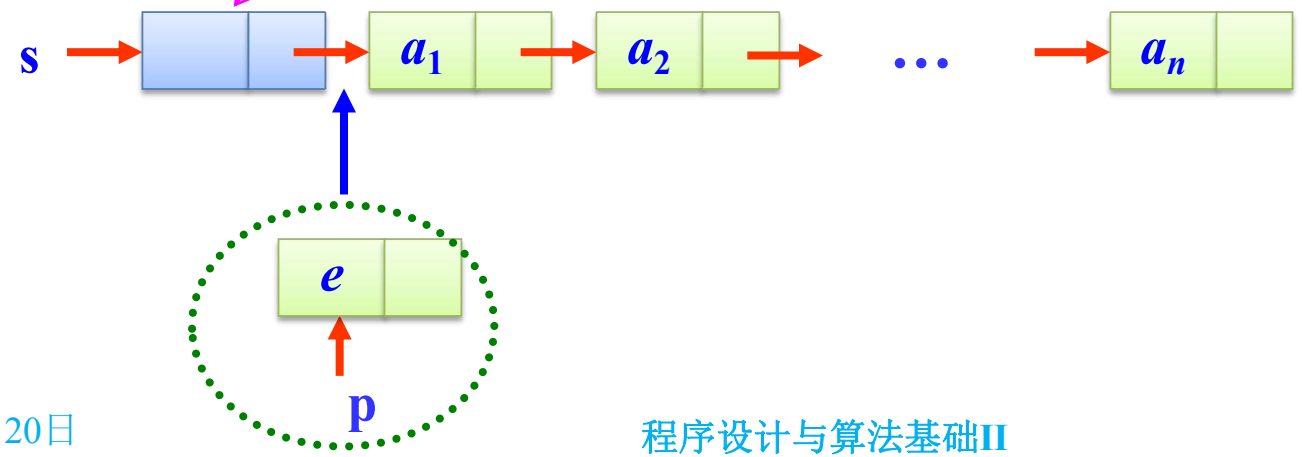


空栈的情况

（4）进栈Push(s，e)

将新数据结点插入到头结点之后。

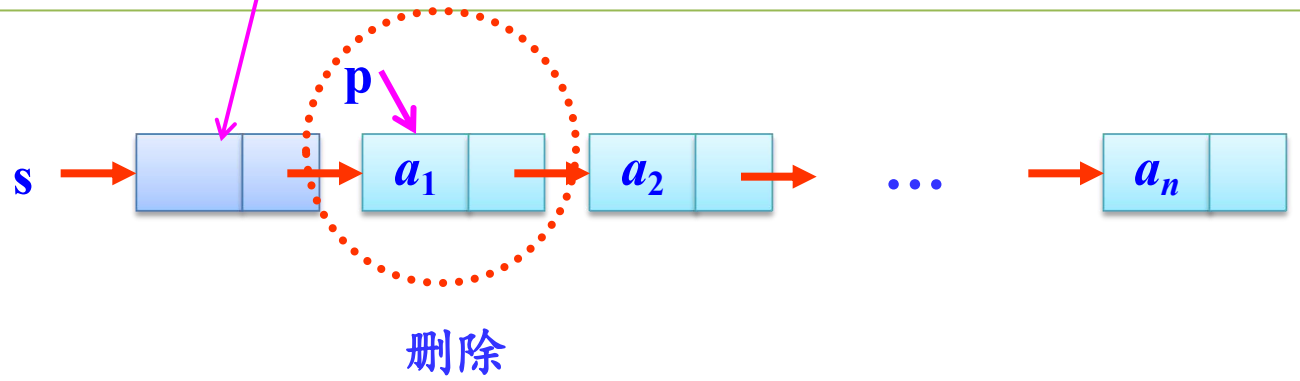
```
int Push(LinkStack  s，ElemType e)
{    LinkStackNode *p;
     p=(LinkStackNode *)malloc(sizeof(LinkStackNode));
     if (p==NULL) return 1;
     p->data=e;              //新建元素e对应的结点*p
     p->next=s->next;        //插入*p结点作为开始结点
     s->next=p;
     return 0;
}
```



（5）出栈pop(s，x)

假设栈不为空，将头结点后继数据结点的数据域赋给*x*，然后将其删除的算法如下：

```
int pop(LinkStack s，ElemType *x)
{    LinkStackNode *p;
     p=s->next;                          //p指向开始结点
     if (p == NULL)                      //栈空的情况
          return 1;
     *x=p->data;
     s->next=p->next;                    //删除*p结点
     free(p);                            //释放*p结点
     return 0;
}
```

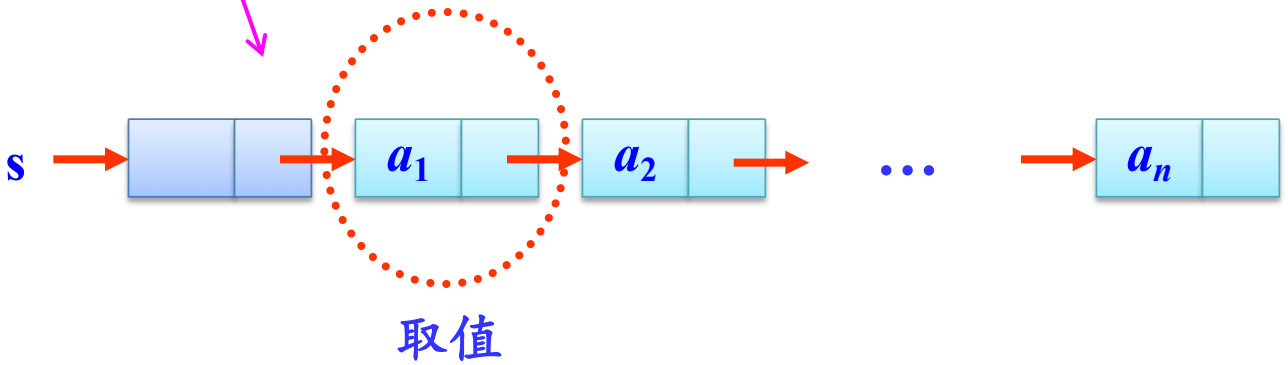


删除

（6）取栈顶元素getTop(s，e)

在栈不为空的条件下，将头结点后继数据结点的数据域赋给*e*。

```
int  getTop(LinkStack s，ElemType *e)
{     if (s->next==NULL)    //栈空的情况
            return 1;
      *e=s->next->data;
      return 0;
}
```



思考题

链栈和顺序栈两种存储结构有什么不同？

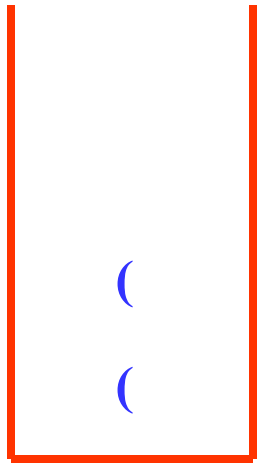
【例2】编写一个算法判断输入的表达式中括号是否配对（假设只含有左、右圆括号）。

算法设计思路

一个表达式中的左右括号是按最近位置配对的。所以利用一个栈来进行求解。这里采用链栈。

表达式括号不配对情况的演示

例如：exp=“(())”



① ‘(‘进栈

② ‘(‘进栈

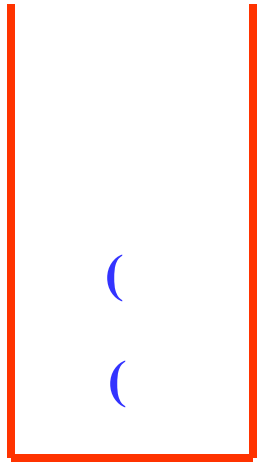
③ 遇到’)’，栈顶为’(‘，退栈

④ 遇到’)’，栈顶为’(‘，退栈

⑤ 遇到’)’，栈为空，返回false

表达式括号配对情况的演示

例如：exp="(())"



① '('进栈

② '('进栈

③ 遇到')'，栈顶为'('，退栈

④ 遇到')'，栈顶为'('，退栈

栈空且exp扫描完，返回true

```
int  Match(char exp[]，int n)                    //配对时返回1；否则返回为0
{    int i=0; char e;
     int match=1;
     LinkStackNode st;
     InitStack(&st);                              //初始化栈
     while (i<n && match)                         //扫描exp中所有字符
     {    if (exp[i]=='(')   Push(&st，exp[i]);   //遇到任何左括号都进栈
          else if (exp[i]==')')                   //当前字符为右括号
          {     if (GetTop(&st，&e)==true)
                {    if (e!='(')                  //栈顶元素不为'('时表示不匹配
                          match=0;
                     else
                          Pop(&st，&e);           //将栈顶元素出栈
                }
                else  match=0;                    //无法取栈顶元素时表示不匹配
          }
          i++;                                    //继续处理其他字符
     }
     if (!StackEmpty(&st)) match=0;
     return match;
}
```

作业

假设一个有序表采用顺序表存储。设计一个高效算法删除重复的元素。

例如：L=(1，1，1，2，2，3)

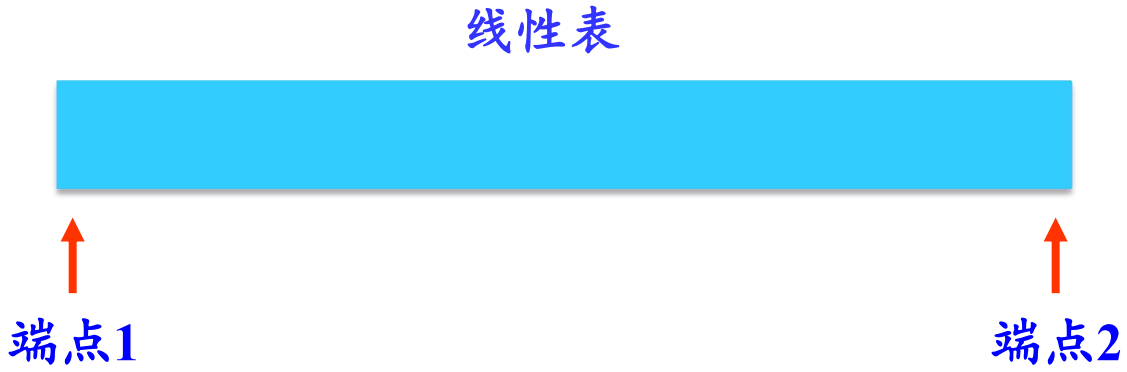
执行算法

L=(1，2，3)

3.2 队列

3.2.1 队列的定义

队列简称队，它也是一种运算受限的线性表。



队列只能选取一个端点进行插入操作，另一个端点进行删除操作

把进行插入的一端称做**队尾（rear）**。

进行删除的一端称做**队首或队头（front）**。

向队列中插入新元素称为**进队或入队**，新元素进队后就成为**新的队尾元素**。

从队列中删除元素称为**出队或离队**，元素出队后，其后继元素就成为**队首元素**。

队列示意图

队列的主要特点是先进先出，所以又把队列称为先进先出表。

例如：

假如5个人过独木桥

只能按上桥的次序过桥

这里独木桥就是一个队列

思考题：

队列和线性表有什么不同？

队列和栈有什么不同？

队列抽象数据类型＝逻辑结构＋基本运算（运算描述）

队列的基本运算如下：

① **InitQueue(Q)**：初始化队列。构造一个空队列Q。

② **IsEmpty(Q)**：判断队列是否为空。若队列q为空，则返回真；否则返回假。

③ **IsFull(Q)**：判断队列是否为满。若队列Q为满，则返回真；否则返回假。

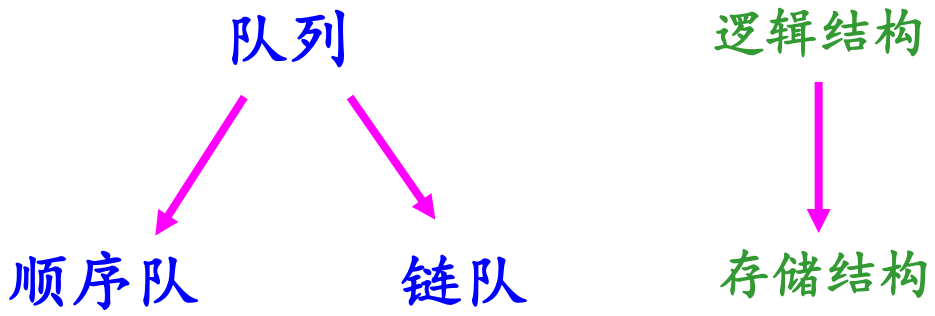
④ **EnterQueue(Q,*x*)**：进队列。将元素*x*进队作为队尾元素。

⑤ **DeleteQueue(Q,*x*)**：出队列。从队列Q中出队一个元素，并将其值赋给*x*。

⑥ **GetHead(Q,*x*)**: 取队头元素（但不出队），有*x*返回。

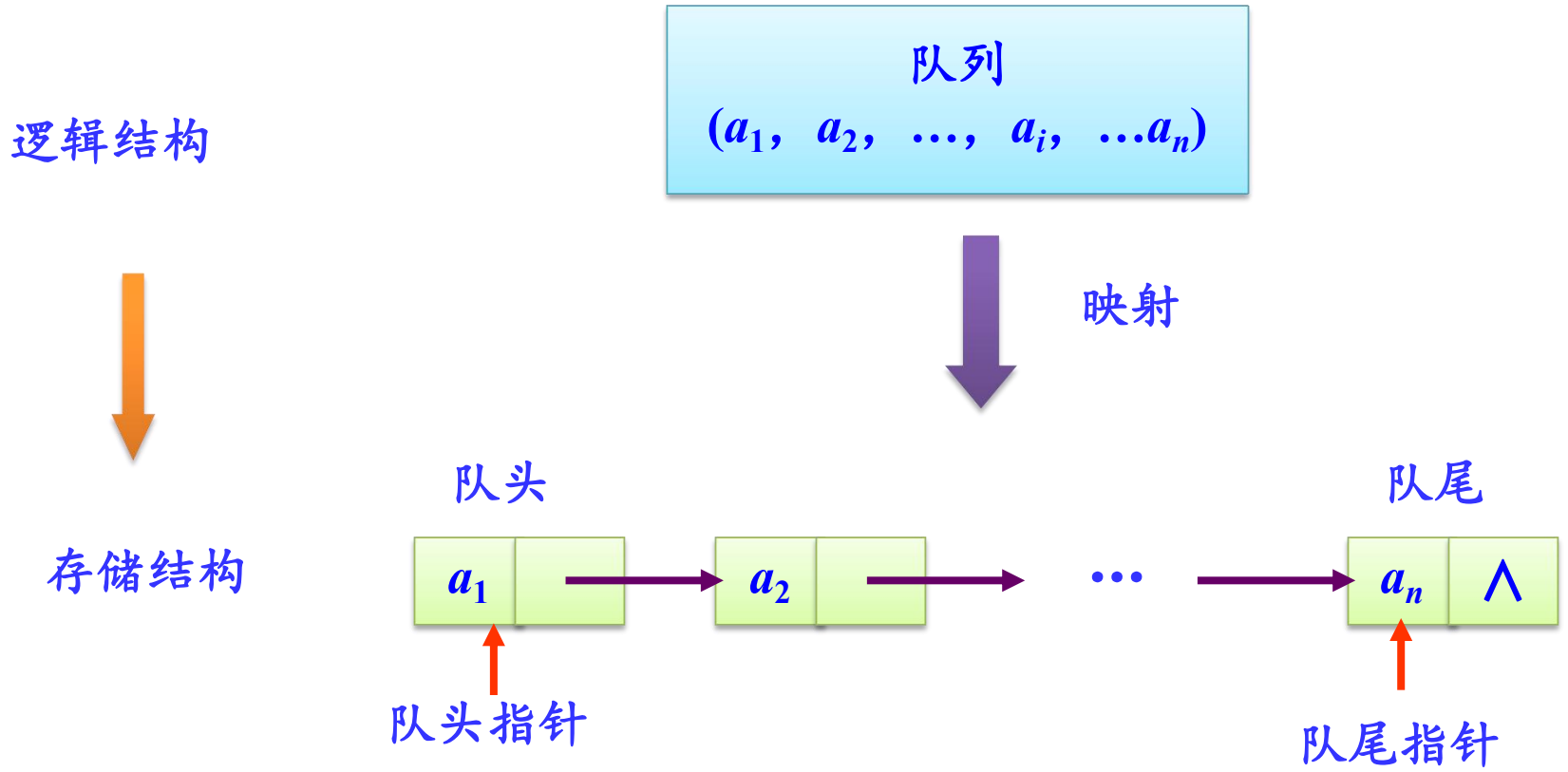
⑦ **ClearQueue(Q)**: 将队列Q置空。

既然队列中元素逻辑关系与线性表的相同，队列可以采用与线性表相同的存储结构。



3.2.2 队列的链式存储结构及其基本运算的实现

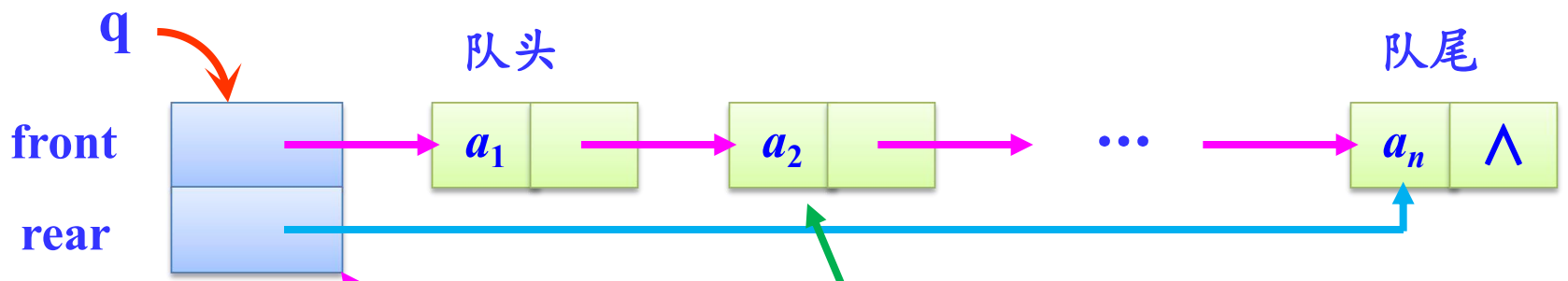
采用链表存储的队列称为链队，这里采用不带头结点的单链表实现。



链队示意图

通常将队头和队尾两个指针合起来：

其他教材的链表存储结构



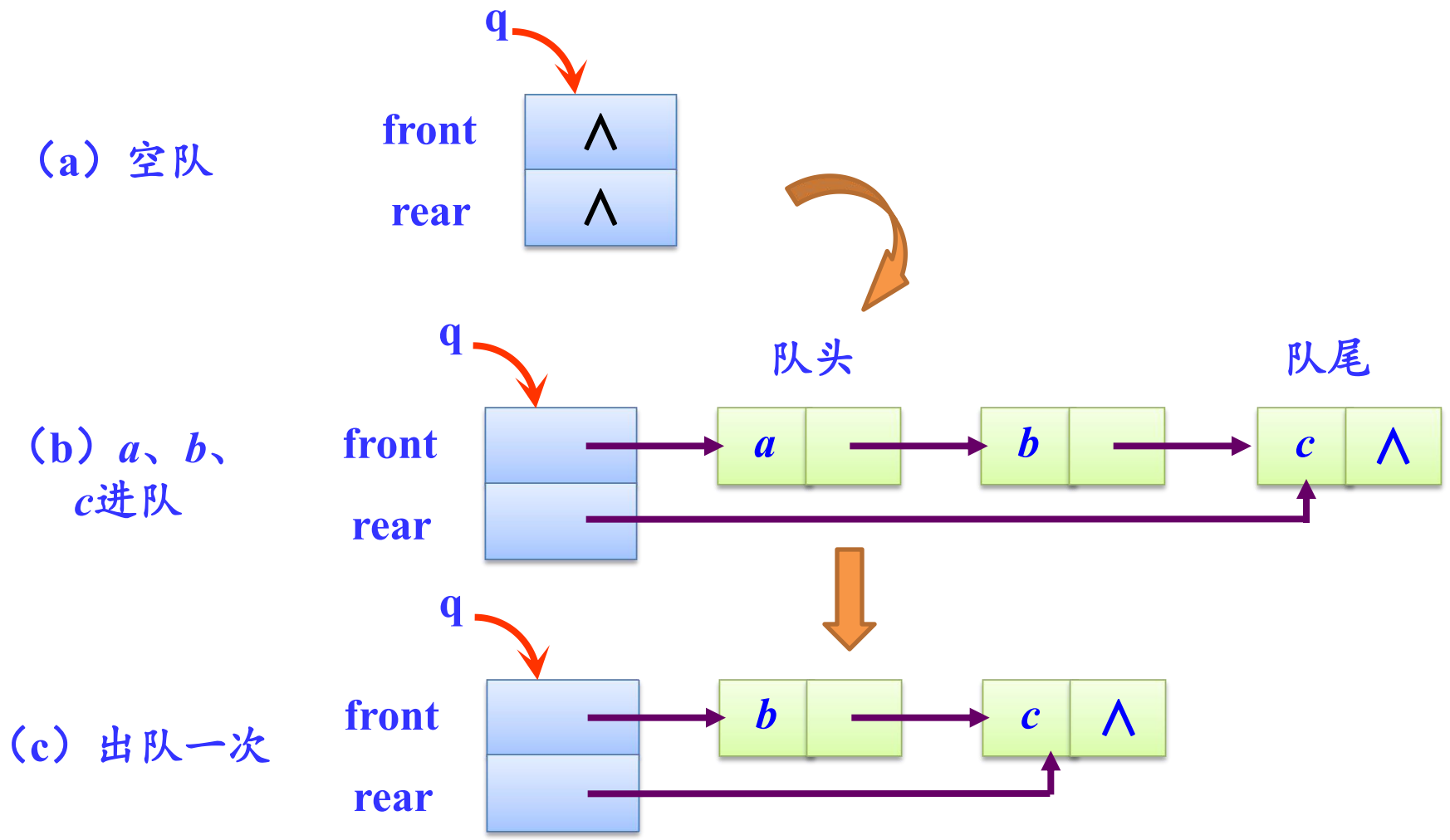
链队组成：

（1）存储队列元素的单链表结点

（2） 指向队头和队尾指针的链队头结点

其他教材的链表存储结构

链队的进队和出队操作演示



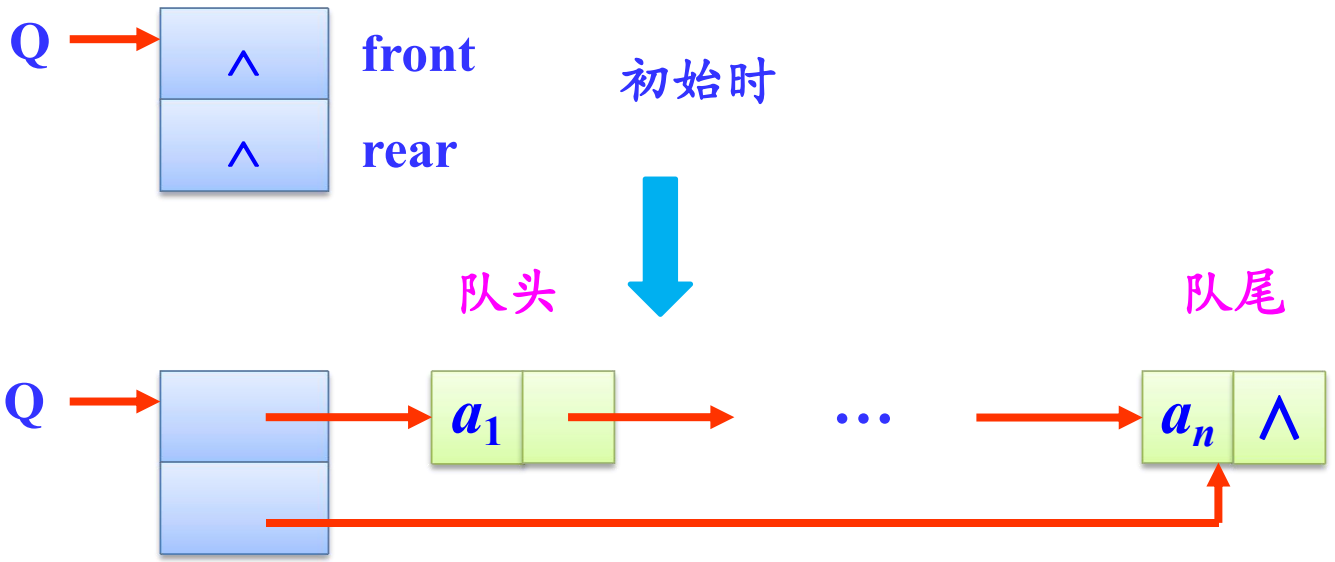
单链表中数据结点类型LinkQueueNode定义如下：

```
typedef struct Node
{     ElemType data;        //数据元素
      struct Node *next;
} LinkQueueNode;
```

链队中头结点类型LinkQueue定义如下：

```
typedef struct
{
     LinkQueueNode *front;        //指向单链表队头结点
     LinkQueueNode  *rear;        //指向单链表队尾结点
} LinkQueue;
```

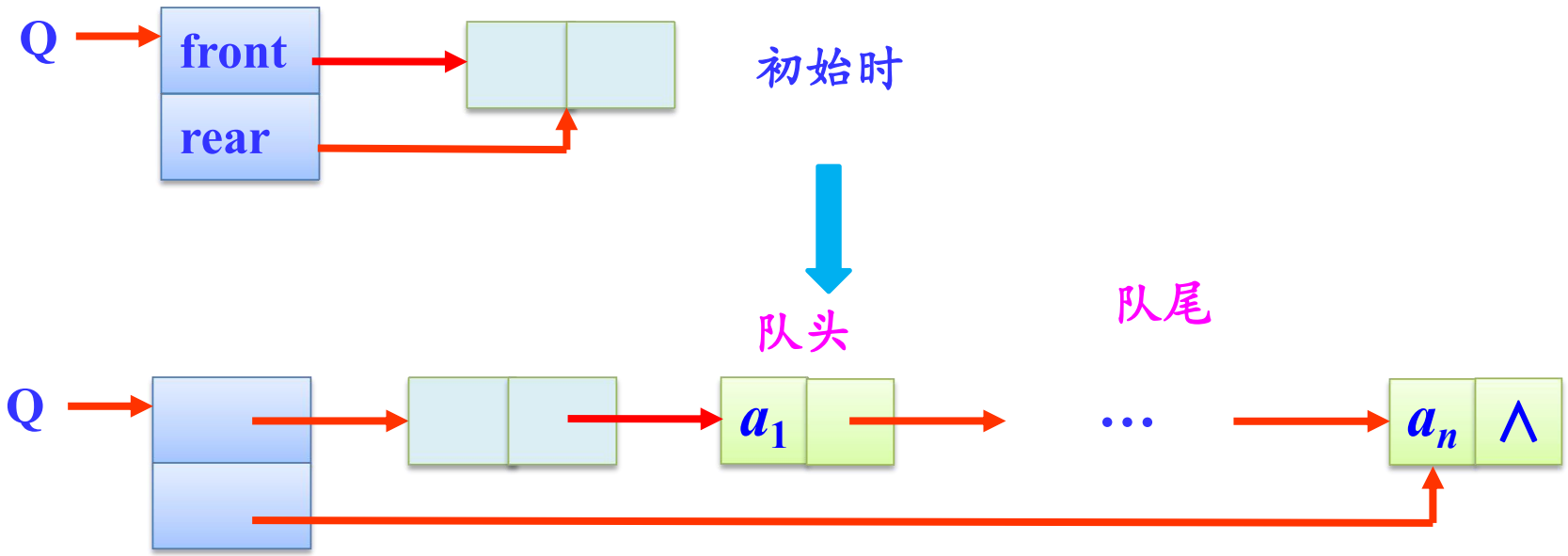
其他教材的链表存储结构



链队的4要素：

- ✓ 队空条件：front=rear=NULL
- ✓ 队满条件：不考虑
- ✓ 进队*e*操作：将包含*e*的结点插入到单链表表尾
- ✓ 出队操作：删除单链表首数据结点

本教材的链表存储结构---增加了空的结点



链队的4要素：

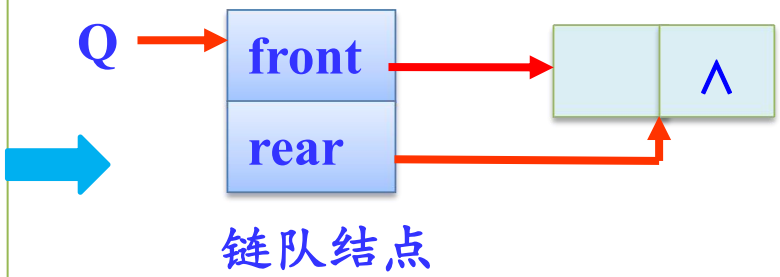
- ✓ 队空条件：front=rear
- ✓ 队满条件：不考虑
- ✓ 进队*e*操作：将包含*e*的结点插入到单链表表尾
- ✓ 出队操作：删除单链表首数据结点

在链队存储中，队列的基本运算算法如下。

（1）初始化队列InitQueue(q)

构造一个空队列，即创建链队头结点和空的数据结点，其front和rear均指向空结点.

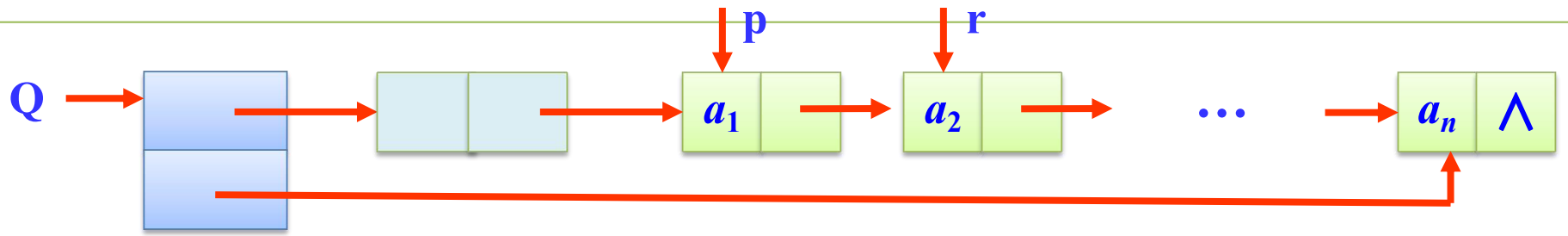
```
int InitQueue(LinkQueue *Q)
{    Q->front=(LinkQueueNode *)malloc(sizeof(LinkQueueNode));
     if(Q->front != NULL) {
          Q->rear = Q->front;
          Q->front->next =NULL;
           return 1;
      }
     else return 0;
}
```



（2）清空队列ClearQueue(Q)

释放队列占用的存储空间，包括链队所有数据结点的存储空间。

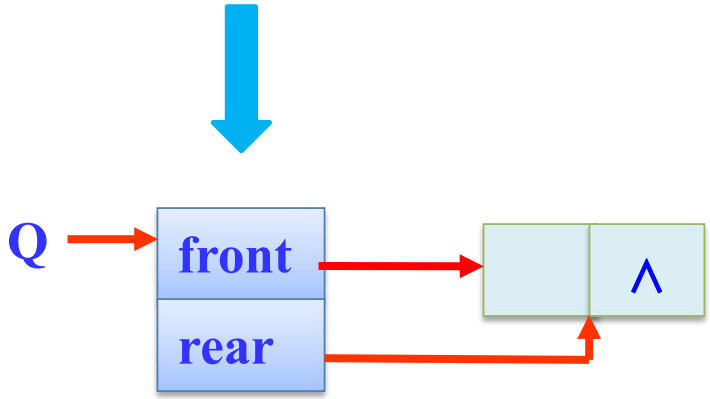
```
void ClearQueue(LinkQueue *Q)
{    LinkQueueNode *p=Q->front->next,  *r;        //p指向队头数据结点
     if  (p!=NULL)                                //释放数据结点占用空间
     {   r=p->next;
         while (r!=NULL)
         {    free(p);
              p=r;
              r=p->next;
         }
     }
     free(p);                    //释放链队最后数据结点占用空间
     Q->rear = Q->front;
}
```



（3）判断队列是否为空IsEmpty(Q)

若链队结点的Q->rear=Q->front，表示队列为空，返回1；否则返回0。

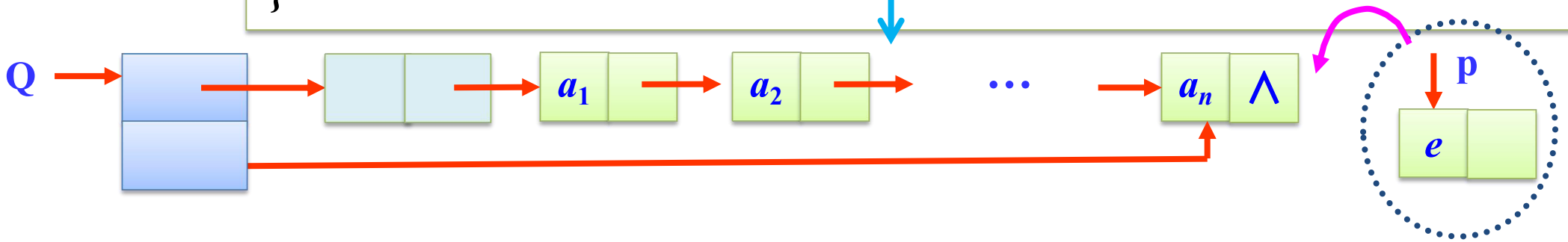
```
int IsEmpty(LinkQueue *Q)
{
      return(Q->rear==Q->front);
}
```



空链队

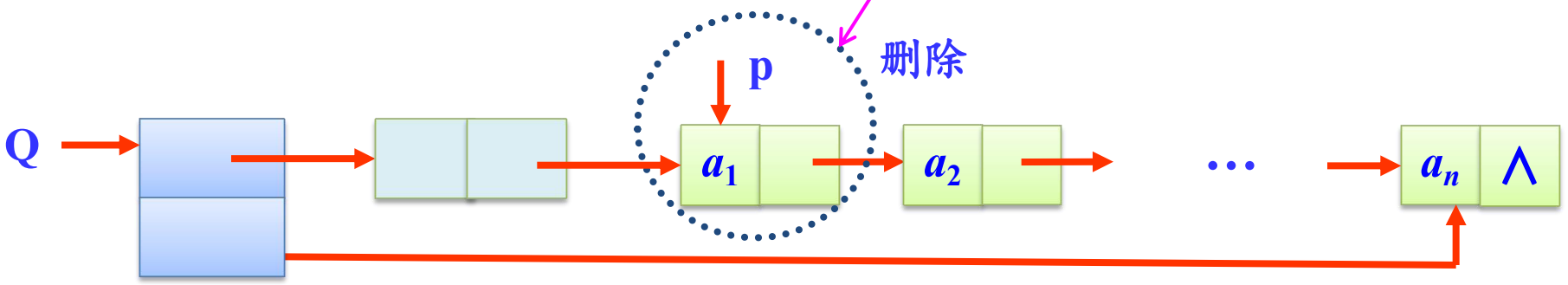
（4） 进队EnterQueue(q，e)

```
int EnterQueue(LinkQueue *Q, ElemType e)
{ /* 将数据元素x插入到队列Q中 */
    LinkQueueNode  * p;
    p=(LinkQueueNode * )malloc(sizeof(LinkQueueNode));
    if(p!=NULL)
    {
        p->data=e;
        p->next=NULL;
        Q->rear->next=p;
        Q->rear=p;
        return 1;
     }
     else  return 0;    /* 溢出！ */
}
```

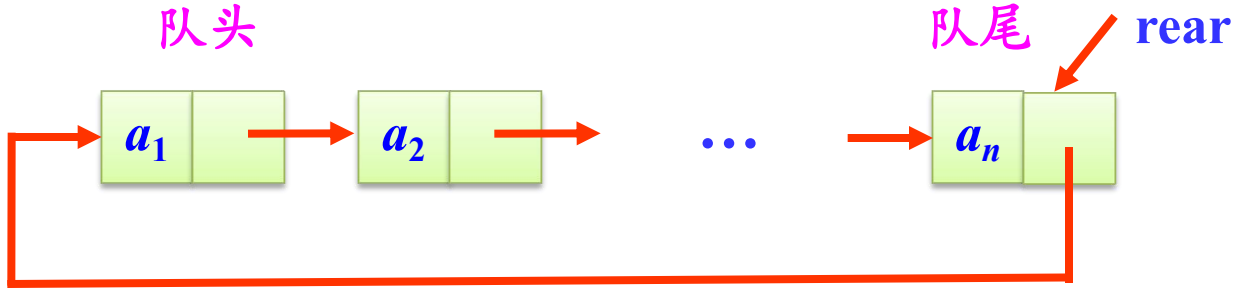


（5）出队DeleteQueue(Q，*x*)

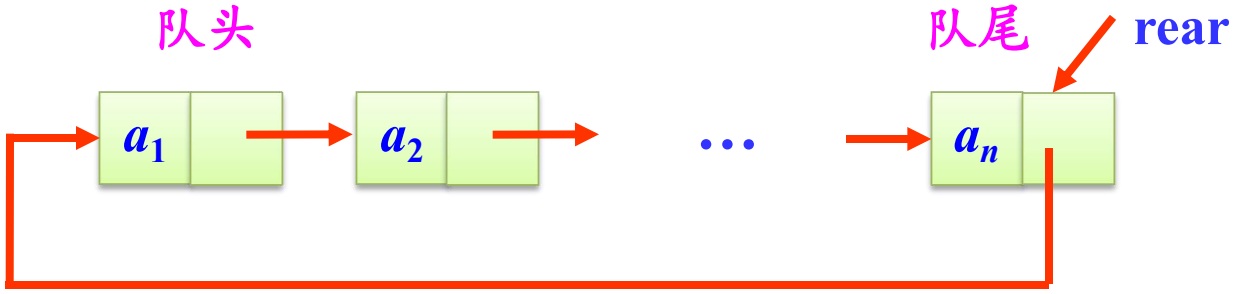
```
int DeleteQueue(LinkQueue * Q, ElemType *x)
{ /* 将队列Q的队头元素出队，并存放到x所指的存储空间中 */
    LinkQueueNode * p;
    if(Q->front==Q->rear)  return 0;
    p=Q->front->next;
    Q->front->next=p->next;  /* 队头元素p出队 */
    if(Q->rear==p)  /* 如果队中只有一个元素p，则p出队后成为空队 */
    Q->rear=Q->front;
    *x=p->data;
     free(p);  /* 释放存储空间 */
     return 1;
}
```



【例3】 采用一个不带头结点只有一个尾结点指针rear的循环单链表存储队列，设计队列的初始化、进队和出队等算法。



这样的链队通过尾结点指针rear唯一标识。



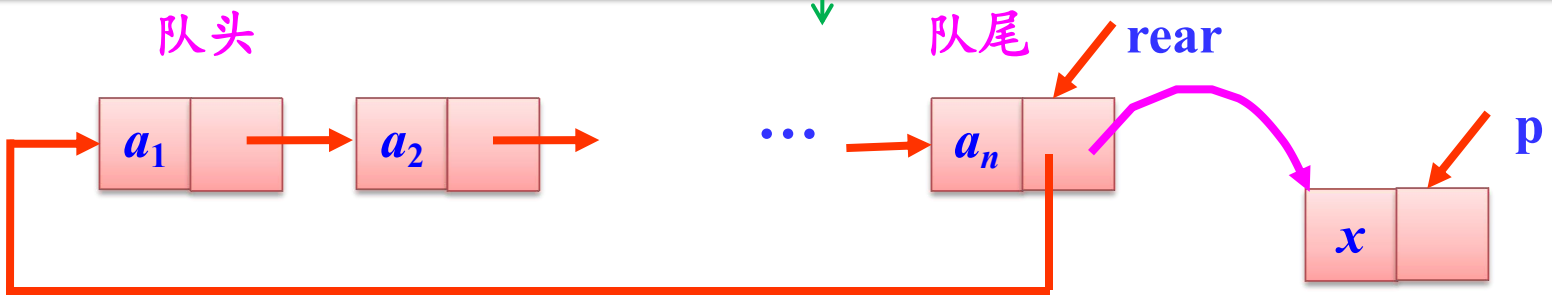
这样的链队通过尾结点指针rear唯一标识。

链队的4要素：

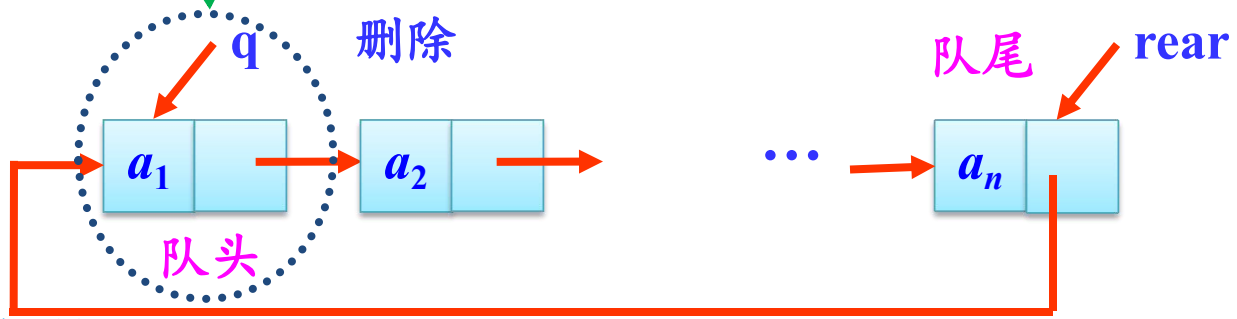
- ✓ 队空条件：rear=NULL
- ✓ 队满条件：不考虑
- ✓ 进队*e*操作：将包含*e*的结点插入到单链表表尾
- ✓ 出队操作：删除单链表首结点

```
void initQueue(LinkList rear)    //初始化队运算算法
{
      rear=NULL;
}

bool IsEmpty(LinkList rear)   //判队空运算算法
{
    return(rear==NULL);
}
```

```
int EnterQueue(LinkList rear, ElemType x)  //进队运算算法
{   LinkList p;
    p=(LinkList)malloc(sizeof(Node));   //创建新结点
     if  (!p)  return 0;
    p->data=x;
    if (rear==NULL)                     //原链队为空
    {     p->next=p;                    //构成循环链表
          rear=p;
    }
    else
    {   p->next=rear->next;             //将*p结点插入到*rear结点之后
        rear->next=p;
        rear=p;                         //让rear指向这个新插入的结点
    }
   return 1;
}
```



```
int DeleteQueue(LinkList *rear,  ElemType *x)    //出队运算算法
{    LinkList *q;
     if (rear==NULL) return 0;          //队空
     else if (rear->next==rear)         //原队中只有一个结点
     {    *x=rear->data;
          free(rear);
          rear=NULL;
     }
     else                               //原队中有两个或以上的结点
     {    q=rear->next;
          *x=q->data;
          rear->next=q->next;
          free(q);
     }
    return 1;
}
```

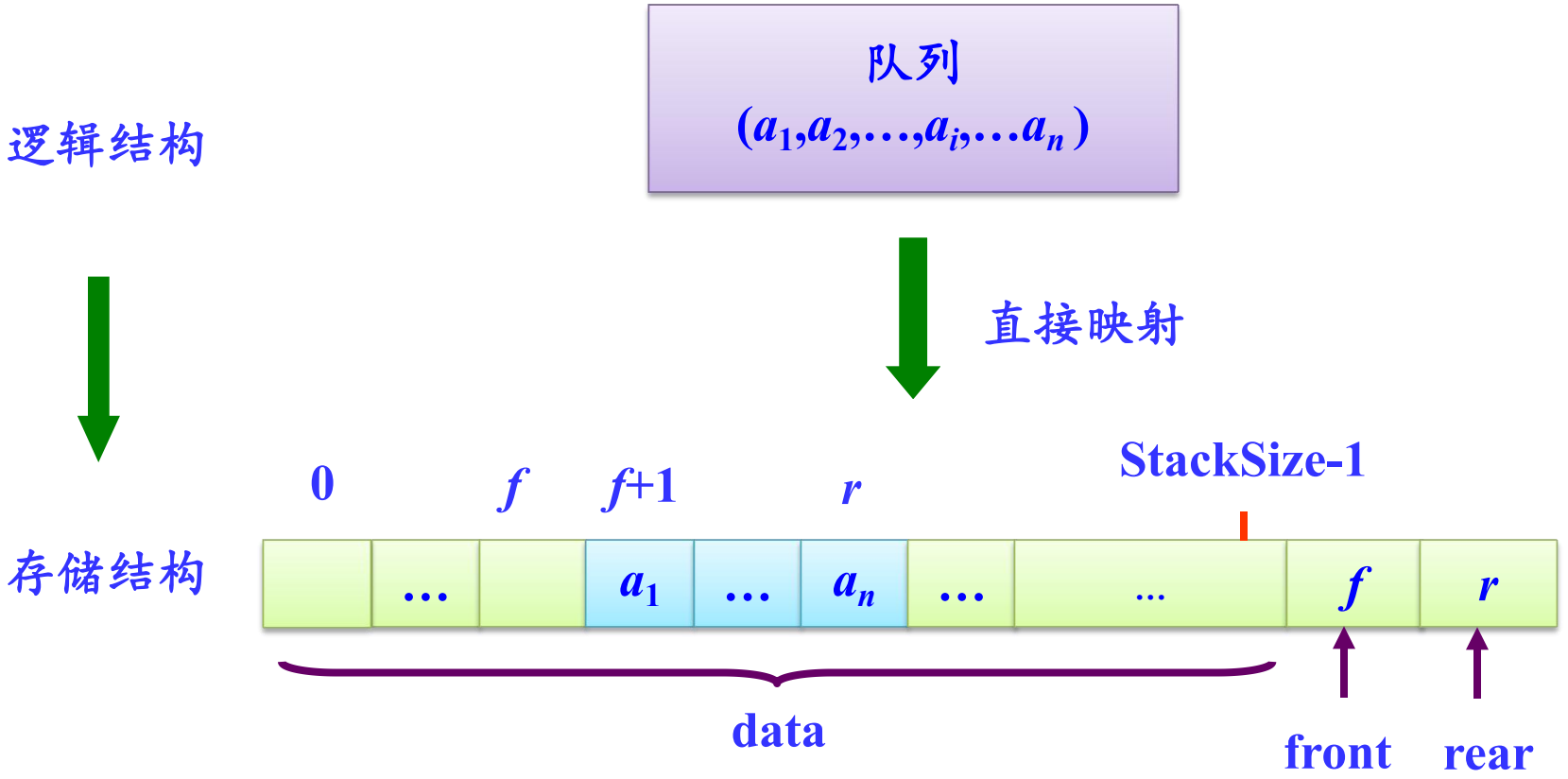


3.2.3 队列的顺序存储结构及其基本运算的实现

顺序队类型SeqQueue定义如下：

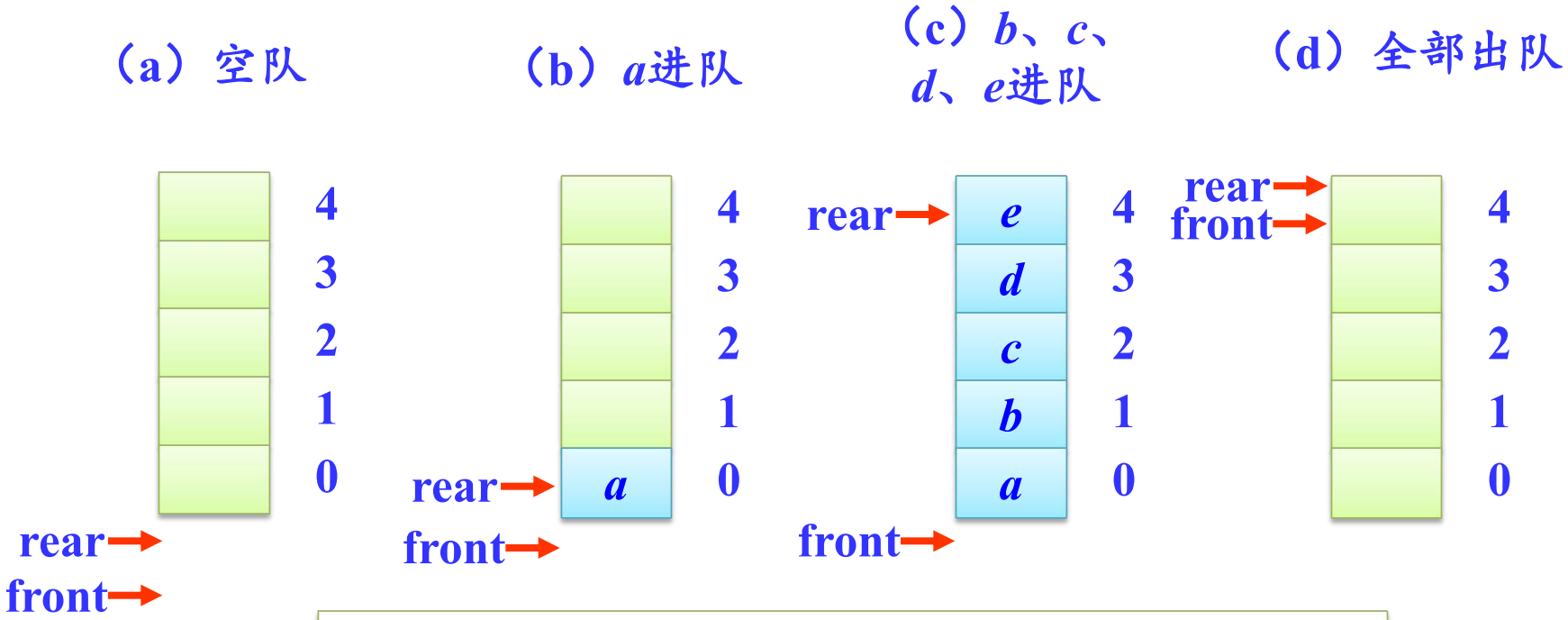
```
typedef struct
{    ElemType data[StackSize];
     int front,rear;        //队首和队尾在数组中的下标
} SeqQueue;
```

因为队列两端都在变化，所以需要两个指针来标识队列的状态。


逻辑结构
队列
$(a_1,a_2,\ldots,a_i,\ldots a_n)$
直接映射
存储结构
0
f
f+1
r
StackSize-1
…
a_1
…
a_n
…
…
f
r
data
front
rear

顺序队的示意图

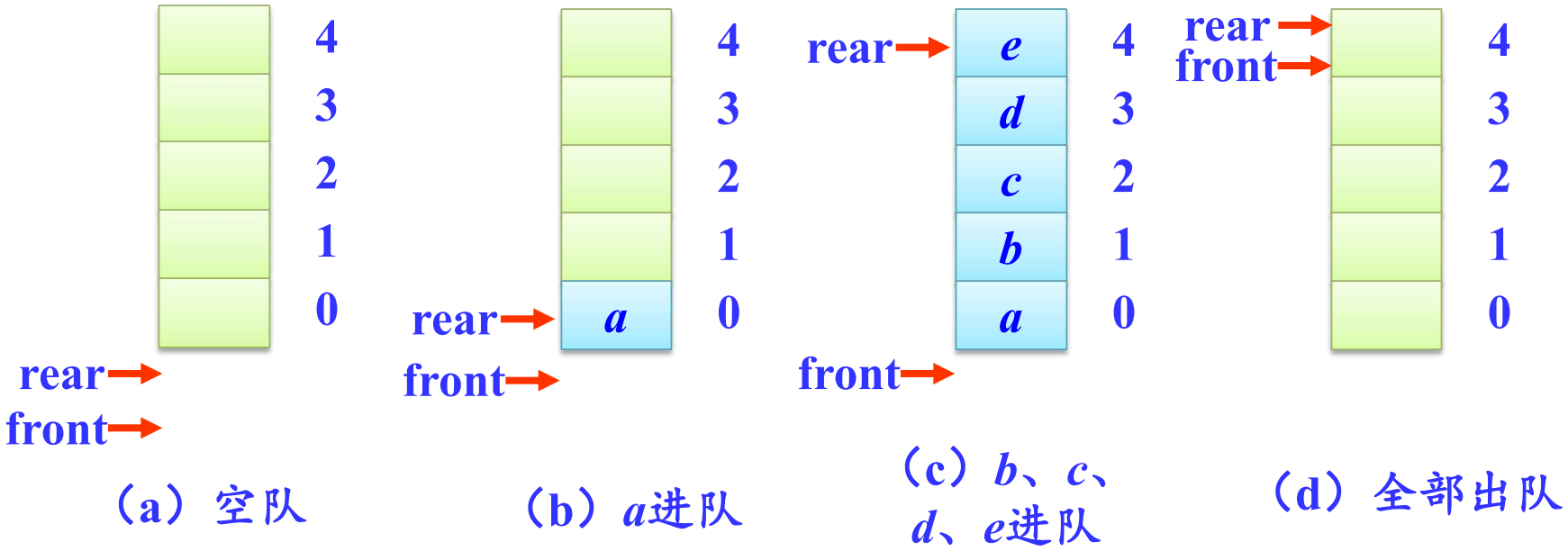
例如：StackSize=5



总结

- ✓ 约定rear总是指向队尾元素
- ✓ 元素进队，rear增1
- ✓ 约定front指向当前队中队头元素的前一位置
- ✓ 元素出队，front增1
- ✓ 当rear=StackSize−1时不能再进队

队列的各种状态



（a）空队　（b）*a*进队　（c）*b*、*c*、*d*、*e*进队　（d）全部出队

顺序队的4要素（初始时front=rear=−1）：

- ✓ 队空条件：front = rear
- ✓ 队满条件：rear = StackSize－1
- ✓ 元素*e*进队：rear++; data[rear]=*e*;
- ✓ 元素*e*出队：front++; *e*=data[front];

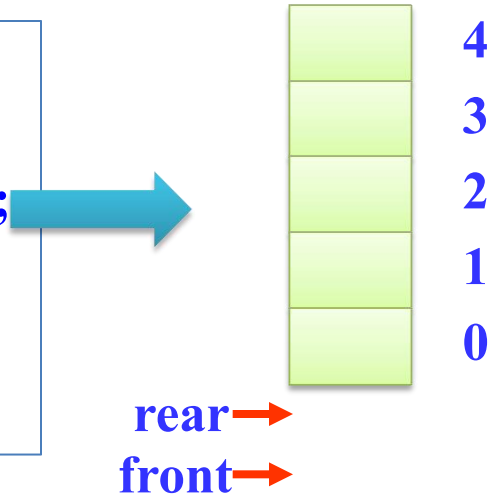
注意：rear指向队尾元素；front指向队头元素的前一个位置。

1、 顺序队中实现队列的基本运算

（1）初始化队列InitQueue(q)

构造一个空队列q。将front和rear指针均设置成初始状态即-1值。

```
void InitQueue(SeqQueue *q)
{     q=(SeqQueue *)malloc (sizeof(SeqQueue));
      q->front=q->rear=-1;
}
```



（2）销毁队列ClearQueue(q)

释放队列q占用的存储空间。

```
void ClearQueue(SeqQueue *q)
{
    q->front=-1;
    q->rear=-1;
}
```

（3）判断队列是否为空QueueEmpty(q)

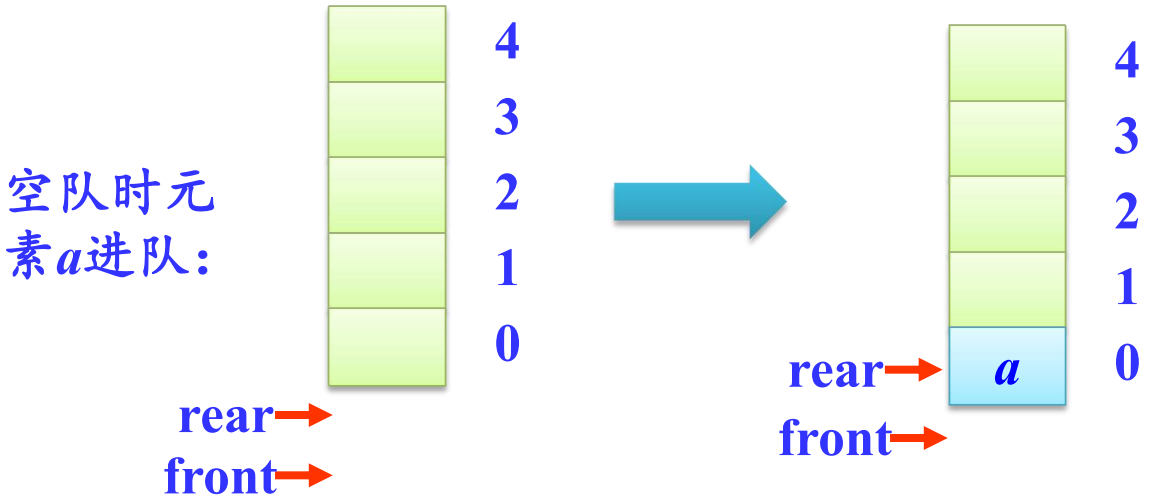
若队列q满足q->front==q->rear条件，则返回1；否则返回0。

```
int QueueEmpty(SeqQueue *q)
{
    return(q->front==q->rear);
}
```

（4）进队列EnterQueue(q,e)

在队列不满的条件下，先将队尾指针rear循环增1，然后将元素添加到该位置。

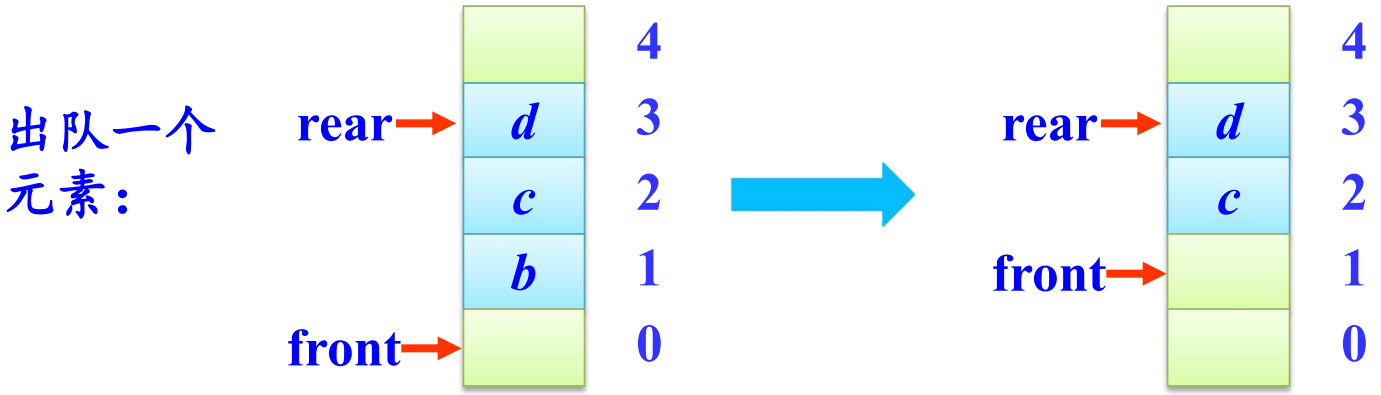
```
int EnterQueue(SeqQueue *q,ElemType e)
{       if (q->rear==StackSize-1)    //队满上溢出
            return 0;
        q->rear++;
        q->data[q->rear]=e;
        return 1;
}
```



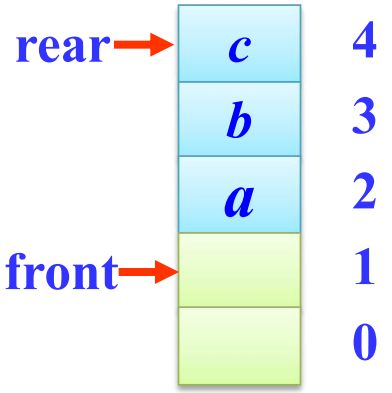
（5）出队列DeleteQueue(q,e)

在队列q不为空的条件下，将队首指针front循环增1，并将该位置的元素值赋给*e*。

```
bool DeleteQueue(SeqQueue *q,ElemType *e)
{    if (q->front==q->rear)      //队空下溢出
         return 0;
     q->front++;
     *e=q->data[q->front];
     return 1;
}
```



2、环形队列（或循环队列）中实现队列的基本运算

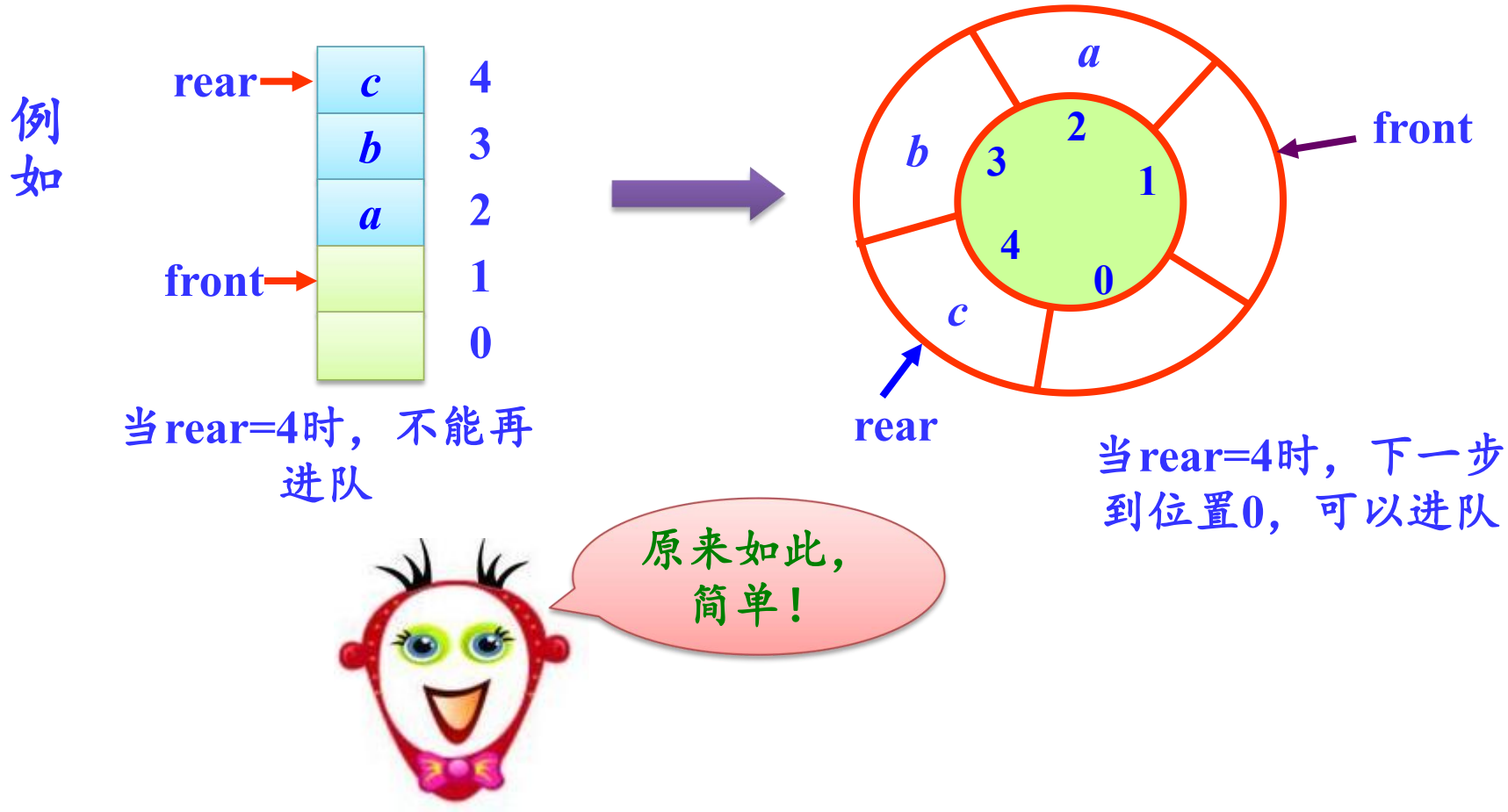


这是因为采用rear==StackSize−1作为队满条件的缺陷。当队满条件为真时，队中可能还有若干空位置。

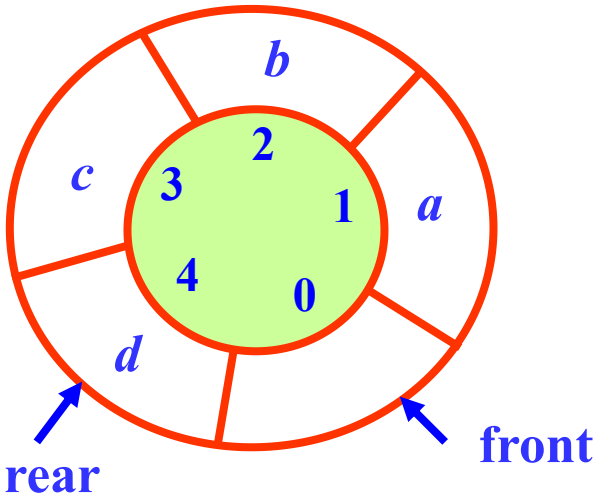
这种溢出并不是真正的溢出，称为假溢出。

解决方案

把数组的前端和后端连接起来，形成一个环形的顺序表，即把存储队列元素的表从逻辑上看成一个环，称为环形队列或循环队列。



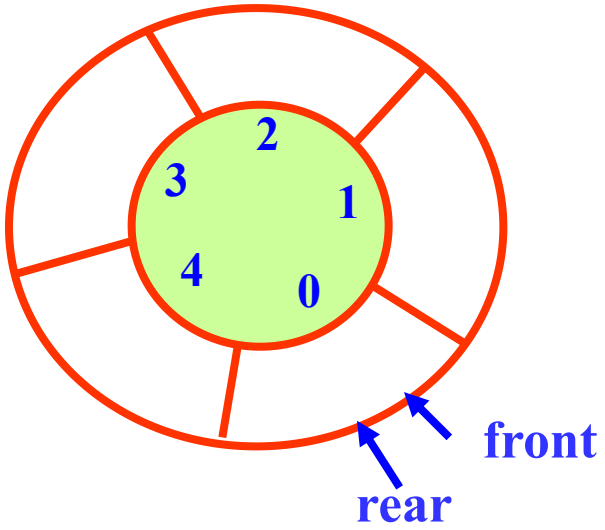
环形队列：



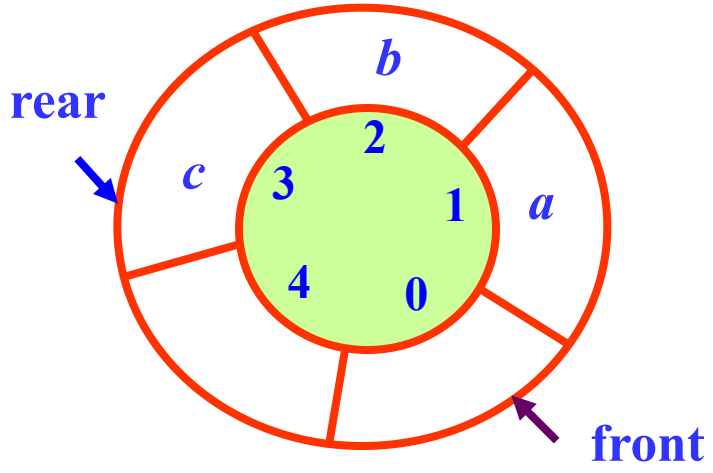
实际上内存地址一定是连续的，不可能是环形的，这里是通过逻辑方式实现环形队列，也就是将rear++和front++改为：

① rear=(rear+1)%StackSize

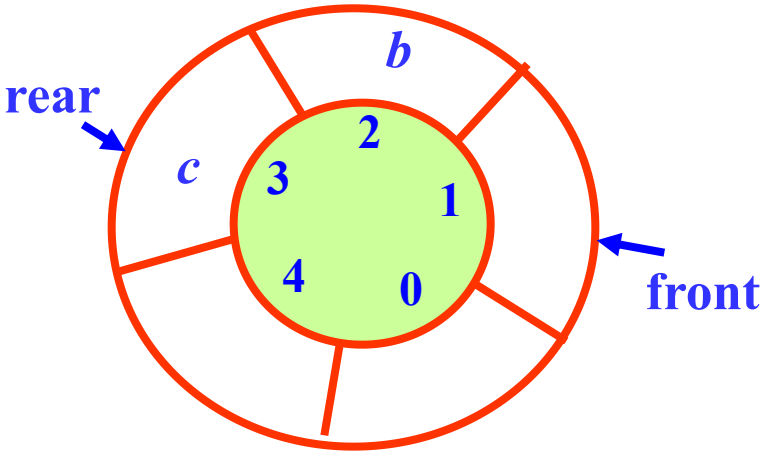
② front=(front+1)%StackSize



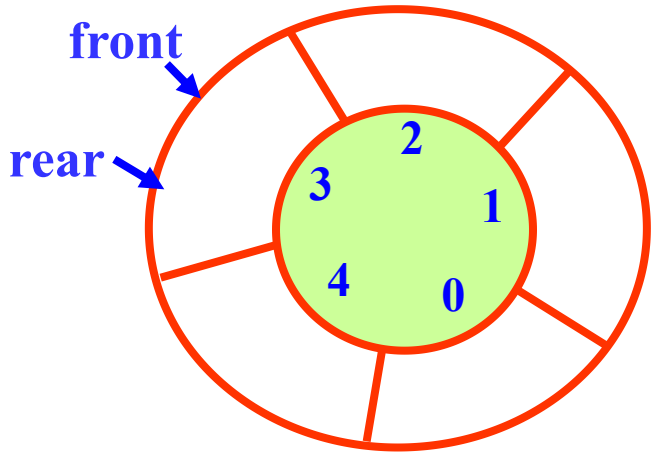
（a）空队



（b）*a*、*b*、*c*进队

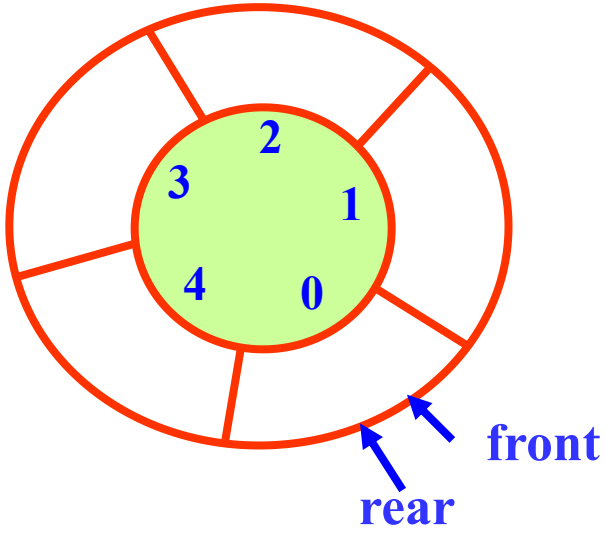


（c）出队一次

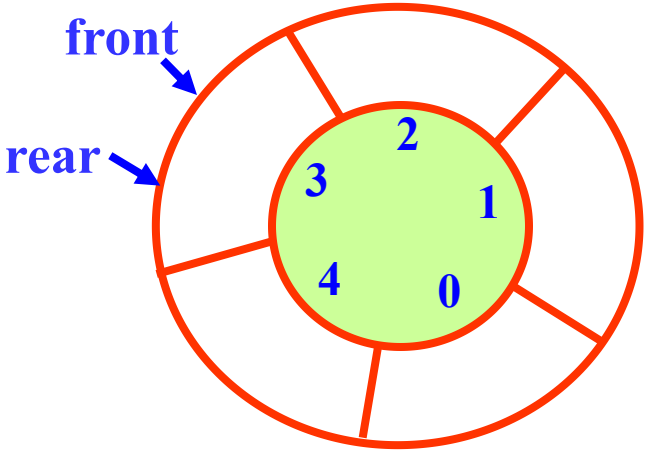


（d）出队2次

现在约定rear=front为队空，以下两种情况都满足该条件：



初始状态



进队的所有元素均出队

那么如何设置队满的条件呢？

让rear=front为队空条件，并约定

(rear+1)%StackSize=front

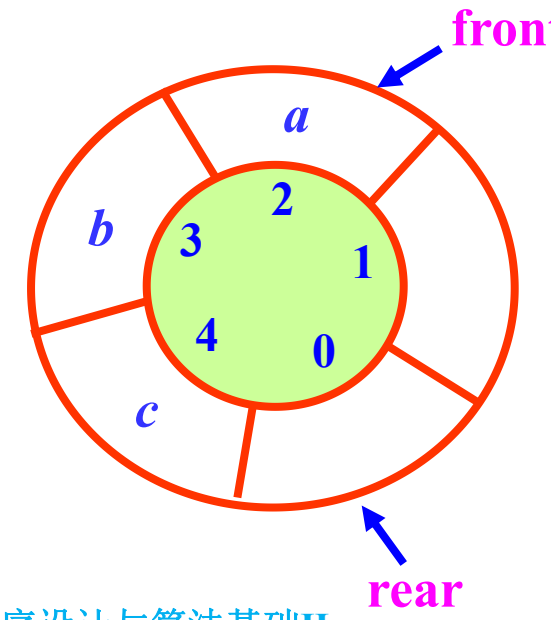
为队满条件。

进队一个元素时到达队头，就认为队满了。这样做会少放一个元素，牺牲一个元素没关系的

环形队列的4要素：

- ✓ 队空条件：front = rear
- ✓ 队满条件：(rear+1)%StackSize = front
- ✓ 进队*e*操作：rear=(rear+1)%StackSize; 将*e*放在rear处
- ✓ 出队操作：front=(front+1)%StackSize; 取出front处元素*e*;

在环形队列中，实现队列的基本运算算法与非环形队列类似，只是改为上述4要素即可。



初始化操作

```
void InitQueue（SeqQueue * Q）
{    /* 将*Q初始化为一个空的循环队列 */
     Q->front=Q->rear=0;
}
```

入队操作

```
int EnterQueue(SeqQueue *Q, QueueElementType x)
{    /*将元素x入队*/
     if((Q->rear+1)%MAXSIZE==Q->front) return 0;  /*队列已经满了*/
     Q->data[Q->rear]=x;
     Q->rear=(Q->rear+1)%MAXSIZE;  /* 重新设置队尾指针 */
     return 1;  /*操作成功*/
}
```

出队操作

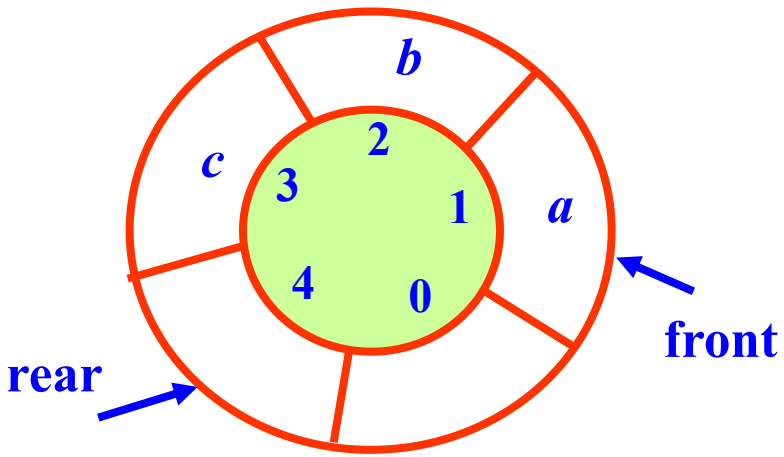
```
int DeleteQueue(SeqQueue *Q, QueueElementType * x)
{ /*删除队列的队头元素，用x返回其值*/
    if（Q->front==Q->rear） return 0;  /*队列为空*/
    *x=Q->element[Q->front];
    Q->front=(Q->front+1)%MAXSIZE;  /*重新设置队头指针*/
    return 1;  /*操作成功*/
}
```

【例4】对于环形队列来说，如果知道队头指针和队列中元素个数，则可以计算出队尾指针。也就是说，可以用队列中元素个数代替队尾指针。

设计出这种环形队列的初始化、入队、出队和判空算法。

已知front、rear，求队中元素个数count＝？

StackSize＝5

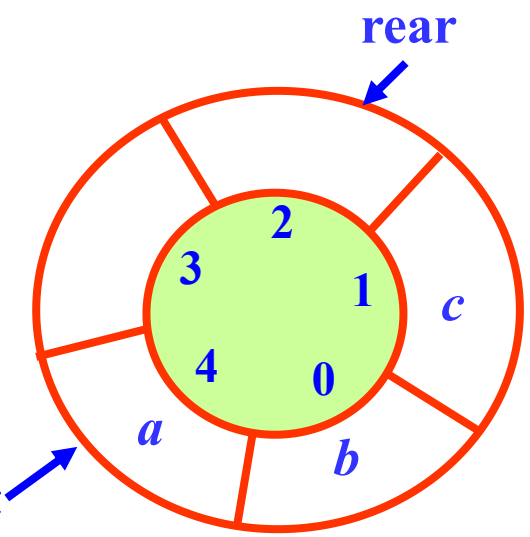


count=(4−1)=3

count=rear−front ？

count=(4−1+StackSize)=8 ×

count=(4−1+StackSize)%StackSize=3 √



count=(2−4)=−2 ×

count=(2−4+StackSize)=3

count=(2−4+StackSize)%StackSize=3 √

已知front、rear，求队中元素个数count：

count=(rear−front+StackSize)%StackSize

已知front、count，求rear：

rear=(front+count)%StackSize

已知rear、count，求front：

front=(rear−count+StackSize)%StackSize

解： 依题意设计的环形队列类型如下：

```
typedef struct
{     ElemType data[StackSize];
      int front;                //队头指针
      int count;                //队列中元素个数
} QuType;
```

该环形队列的4要素：

- ✓ 队空条件：count＝0
- ✓ 队满条件：count＝StackSize
- ✓ 进队*e*操作：rear=(rear+1)%StackSize; 将*e*放在rear处
- ✓ 出队操作：front=(front+1)%StackSize;取出front处元素*e*;

由front和count求出

注意： 这样的环形队列中最多可放置StackSize个元素。

对应的算法如下：

```
void  InitQueue(QuType *qu)      //初始化队运算算法
{    qu=(QuType *)malloc(sizeof(QuType));
     qu->front=0;
     qu->count=0;
}
```

它是一个局部变量，
队列qu中不保存该值

```
int EnterQueue(QuType *qu,ElemType x)  //进队运算算法
{    int rear;                          //临时队尾指针
     if (qu->count==StackSize)          //队满上溢出
          return 0;
     else
     {    rear=(qu->front+qu->count)%StackSize; //求队尾位置
          rear=(rear+1)%StackSize;  //队尾循环增1
          qu->data[rear]=x;
          qu->count++;                //元素个数增1
          return 1;
     }
}
```

```
int DeleteQueue(QuType *qu,ElemType *x)          //出队运算算法
{     if (qu->count==0)                          //队空下溢出
            return 0;
      else
      {     qu->front=(qu->front+1)%StackSize;   //队头循环增1
            *x=qu->data[qu->front];
            qu->count--;                         //元素个数减1
            return 1;
      }
}
```

```
int QueueEmpty(QuType *qu)       //判队空运算算法
{
      return(qu->count==0);
}
```

注意：

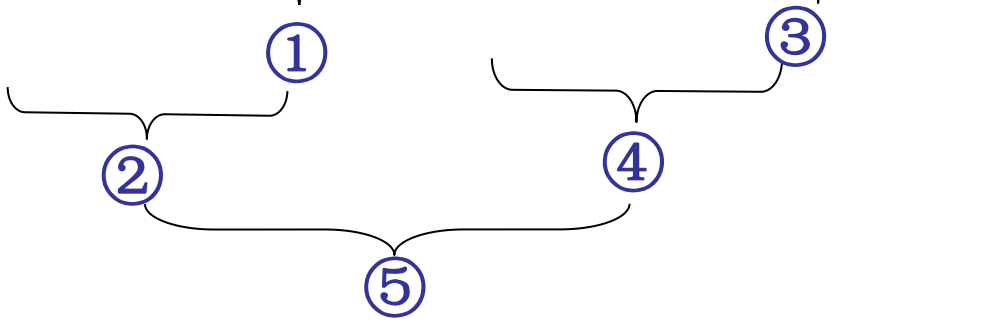
- ✓ 显然环形队列比非环形队列更有效利用内存空间，即环形队列会重复使用已经出队元素的空间。不会出现假溢出。
- ✓ 但如果算法中需要使用所有进队的元素来进一步求解，此时可以使用非环形队列。

思考题

链队和顺序队两种存储结构有什么不同？

表达式求值

例： 4 + 2 * 3 – 10 / (7 – 5)



求值规则：

1.先乘除,后加减；

2.先括号内,后括号外；

3.同类运算,从左至右。

约定：

θ1----左算符

θ2----右算符

θ1=#，为开始符

θ2=#，为结束符

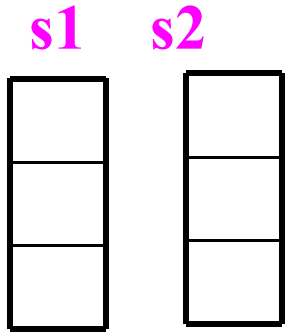
算符优先关系表

θ1 \ θ2	+	–	*	/	(	)	#
+	>	>	<	<	<	>	>
–	>	>	<	<	<	>	>
*	>	>	>	>	<	>	>
/	>	>	>	>	<	>	>
(	<	<	<	<	<	=	
)	>	>	>	>		>	>
#	<	<	<	<	<		=

算法思想：

设立：s1----操作数栈,存放暂不运算的数和中间结果

s2----算符栈,存放暂不运算的算符



1.置s1,s2为空栈；开始符#进s2；

2.重复：

{ 2.1 从表达式读取“单词”w----操作数/算符

2.2 若w为操作数，则w进s1；

2.3 若w为算符，则：

2.3.1 若w>s2的顶算符，则w进s2；

2.3.2 若w=s2的顶算符，且w=“)”，则pop(s2)；

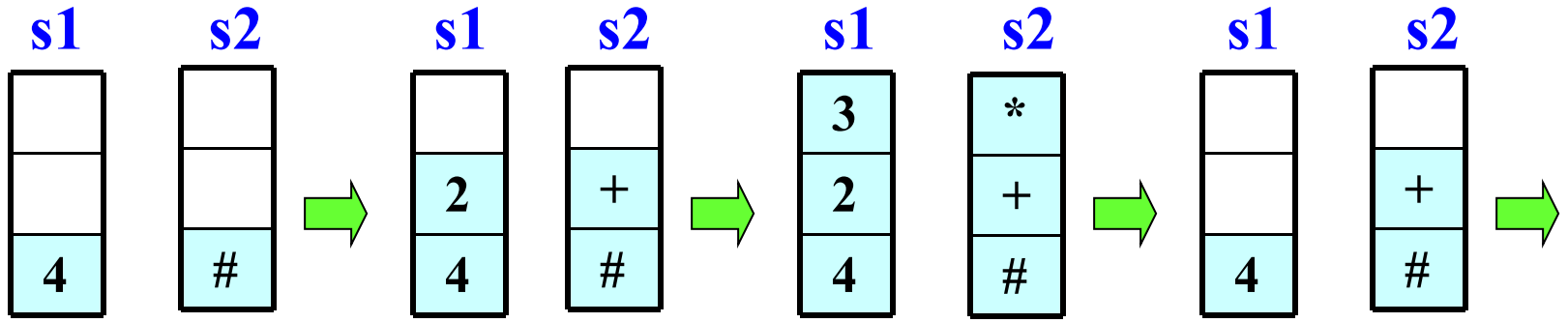
2.3.3 若w<s2的顶算符，则：

{ pop(s1,a)；pop(s1,b)；pop(s2,op)；

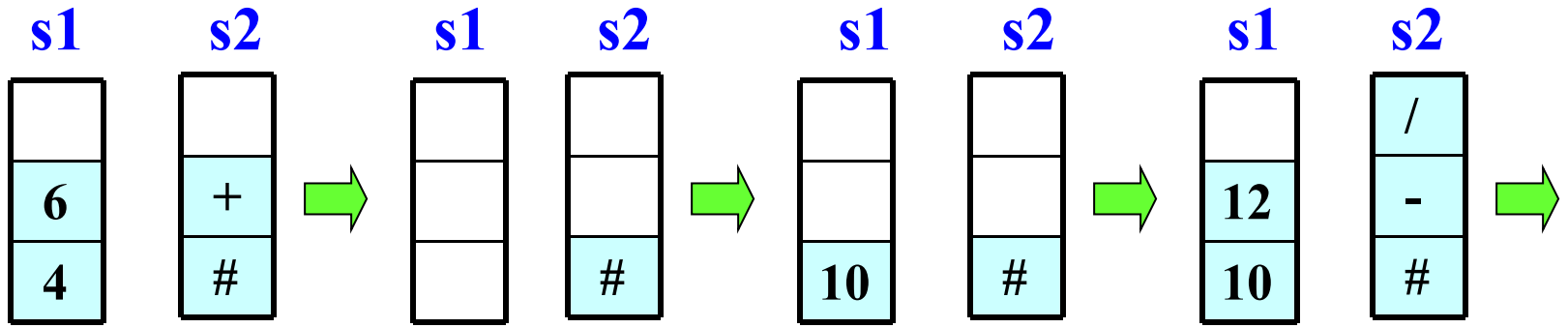
c=b op a； push(s1,c)；转2.3.1；}

} 直到现在w=“#”=s2的顶算符。

例: # 4 + 2 * 3 – 12 / (7 – 5) #

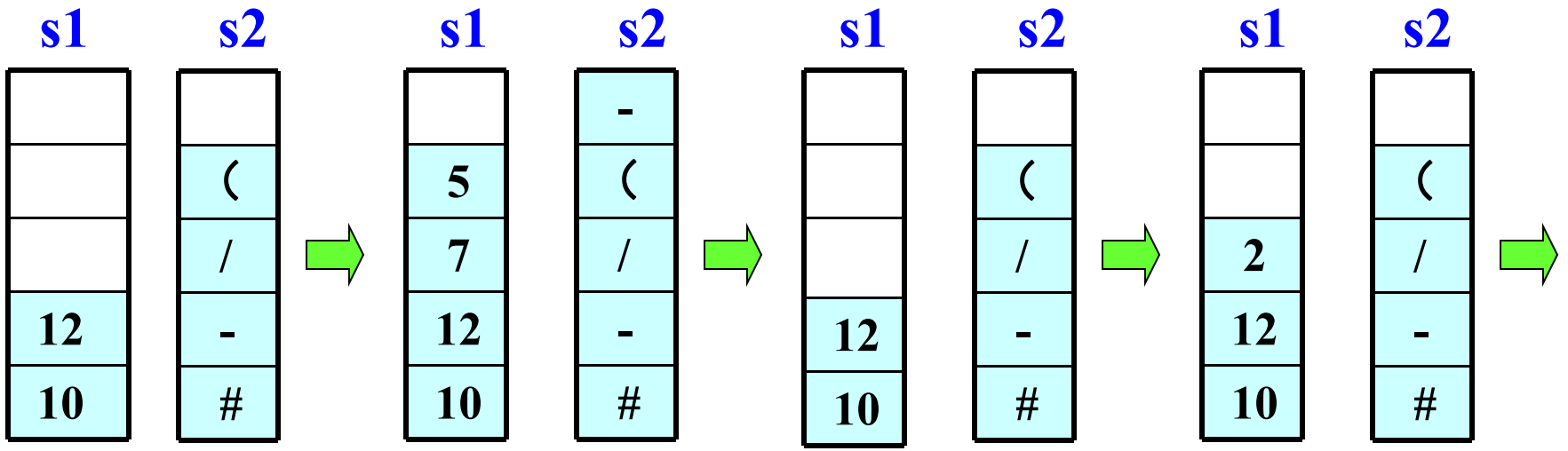


a=3； b=2； op=*； c=2*3=6；

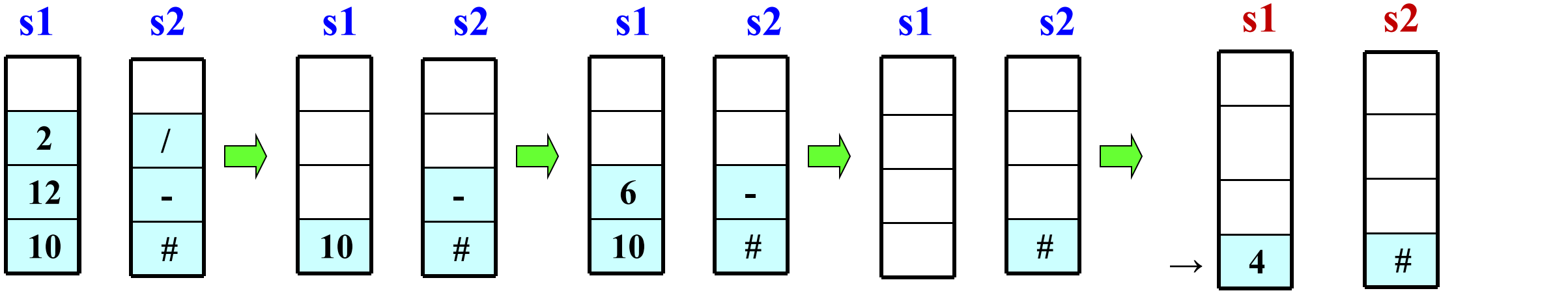


a=6； b=4； op=+； c=4+6=10；

例. # 4 + 2 * 3 – 12 / (7 – 5) #



a=5； b=7； op=“-”； c=7-5=2；



a=2； b=12； op=“/”； c=12/2=6； a=6； b=10； c=10-6=4；

栈s1最后的顶(底)元素为表达式的值

本章结束