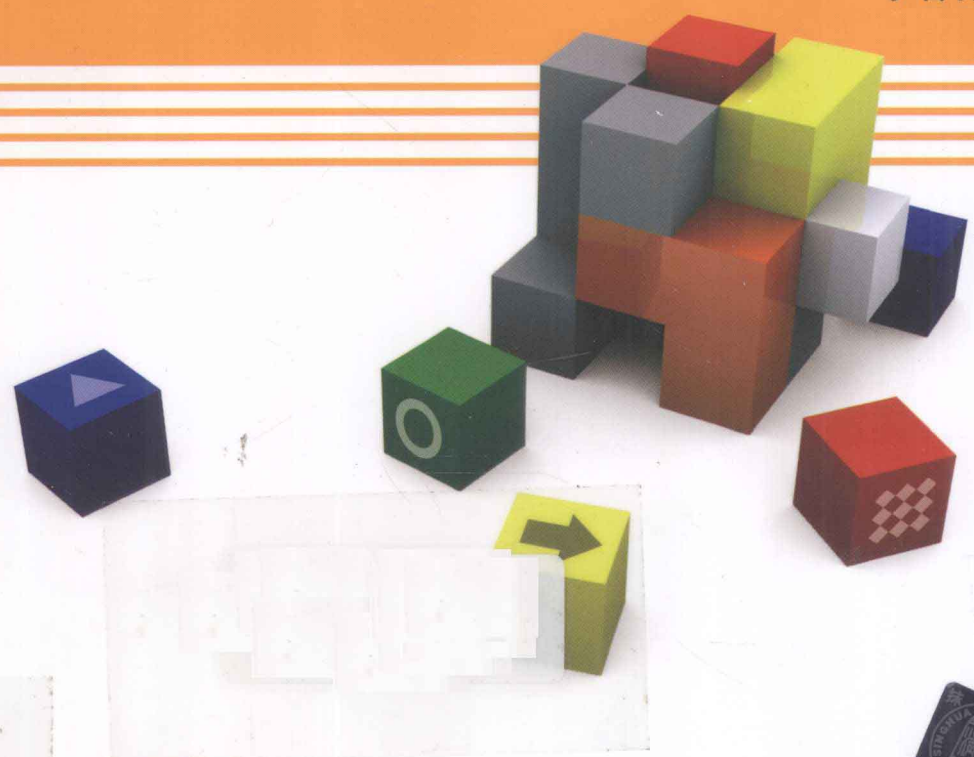
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高等学校数据结构课程系列教材

数据结构教程（第4版）上机实验指导

李春葆 主编



清华大学出版社

高等学校数据结构课程系列教材

数据结构教程(第4版)上机实验指导

李春葆　主编
尹为民　蒋晶珏　喻丹丹　安　杨　编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《数据结构教程(第4版)》(李春葆等编著,清华大学出版社出版)的配套上机实验指导书。两书章次一一对应,内容包括绪论、线性表、栈和队列、串、数组与稀疏矩阵、递归、树形结构、图、查找、内排序、外排序、文件和综合实验题解析。书后附录中给出了在 VC++ 6.0 环境下编写 C 程序所需要的基本知识及学生提交的实验报告格式。书中所有程序都在 VC++ 6.0 环境下调试通过,读者可以从 http://www.tup.com.cn 网站免费下载。书中列出了全部的上机实验题目,因此自成一体,可以脱离主教材单独使用。

本书适合高等院校计算机及相关专业本科生及研究生使用。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构教程(第4版)上机实验指导/李春葆主编. —北京:清华大学出版社,2013.1
(高等学校数据结构课程系列教材)
ISBN 978-7-302-25018-0

Ⅰ. ①数… Ⅱ. ①李… Ⅲ. ①数据结构－高等学校－教学参考资料 Ⅳ. ①TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 044865 号

责任编辑:魏江江　薛　阳
封面设计:杨　兮
责任校对:李建庄
责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社
网　　址:http://www.tup.com.cn, http://www.wqbook.com
地　　址:北京清华大学学研大厦 A 座　　邮　　编:100084
社 总 机:010-62770175　　邮　　购:010-62786544
投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者:北京富博印刷有限公司
装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂
经　　销:全国新华书店
开　　本:185mm×260mm　　**印　　张**:18.5　　**字　　数**:465 千字
版　　次:2013 年 1 月第 1 版　　**印　　次**:2013 年 1 月第1次印刷
印　　数:1～3000
定　　价:33.00 元

产品编号:041577-01

FOREWORD

前言

本书是《数据结构教程(第4版)》(李春葆等编著,清华大学出版社,以下简称为《教程》)的配套上机实验指导书。

全书分为13章,第1章为绪论——上机实验题解析;第2章为线性表——上机实验题解析;第3章为栈和队列——上机实验题解析;第4章为串——上机实验题解析;第5章为递归——上机实验题解析;第6章为数组和广义表——上机实验题解析;第7章为树形结构——上机实验题解析;第8章为图——上机实验题解析;第9章为查找——上机实验题解析;第10章为内排序——上机实验题解析;第11章为外排序——上机实验题解析;第12章为文件——上机实验题解析;第13章为综合实验题——上机实验题解析。各章次与《教程》的章次相对应。

另外,书后两个附录,附录A较系统地给出在VC++ 6.0环境下编写C程序所需要的基本知识。附录B为学生提交的实验报告的格式。

每个实验题设计成一个工程(如Proj1_1表示实验题1对应的第1个工程),在解答时给出了工程文件组成、工程的函数组成及其关系(程序结构图)、各函数的功能说明和实验结果。所有实验题的设计算法与主教程相关算法一一对应,并给出了较详细的注释。在实验题的设计中,采用结构化编程方法,体现了数据结构中数据组织和数据处理的思想。

书中所有程序都在VC++ 6.0环境下调试通过,读者可以从http://www.tup.com.cn网站免费下载。

书中列出了全部的上机实验题目,因此自成一体,可以脱离《教程》单独使用。

由于水平所限,尽管编者不遗余力,书中仍可能存在错误和不足之处,敬请教师和同学们批评指正。

编　者

2012年12月

CONTENTS

目录

CHAPTER 1

绪论——上机实验题 1 解析　第 1 章

实验题 1.1　求素数

设计一个程序 exp1-1.cpp，输出所有小于等于 n(n 为一个大于 2 的正整数)的素数。要求：(1)每行输出 10 个素数；(2)尽可能采用较优的算法。

解：本工程 Proj1_1 的组成结构如图 1.1 所示。本程序的模块结构图如图 1.2 所示。图中方框表示函数，方框中指出函数名，箭头方向表示函数间的调用关系，虚线方框表示文件的组成，即指出该虚线方框中的函数存放在哪个文件中。

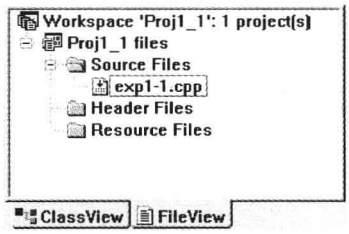


图 1.1　Proj1_1 工程组成

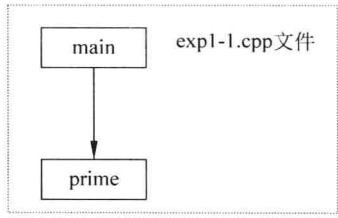


图 1.2　Proj1_1 工程的程序结构图

exp1-1.cpp 文件包含的函数 prime(n)的功能是判断正整数 n 是否为素数。采用的方法是：若 n 是素数，则 n 不能被 $2\sim\sqrt{n}$ 的任何整数整除。

对应的程序如下(设计思路详见代码中的注释)：

```
//文件名：exp1 - 1.cpp
#include < stdio.h >
#include < math.h >
bool prime(int n)                          //判断正整数 n 是否为素数
{   int i;
    for (i = 2;i < = (int)sqrt(n);i++)
        if (n % i == 0)
            return false;                  //若 n 不是素数，则退出并返回 false
```

```
    return true;
}
void main()
{   int n,i,j = 0;                                    //j 用于累计素数个数
    printf("n:");
    scanf("%d",&n);
    printf("小于等于 %d 的素数:\n",n);
    if (n>2)
    {   printf("%4d",2);
        j++;
    }
    for (i = 3;i<=n;i+=2)
        if (prime(i))
        {   printf("%4d",i);
            if (j!=0 && ++j%10==0)                    //每行最多显示 10 个素数
                printf("\n");
        }
    printf("\n");
}
```

连编本工程生成可执行文件 Proj1_1.exe。程序的一次执行结果如下：

```
n:100↙
小于等于 100 的素数:
 2    3    5    7   11   13   17   19   23   29
31   37   41   43   47   53   59   61   67   71
73   79   83   89   97
```

对于 prime(n)，其时间复杂度为 $O(\sqrt{n})$，由于偶数不可能是素数，所以程序中只对奇数进行素数的判断。因此，上述程序的时间复杂度较低。

实验题 1.2　求一个正整数的各位数字之和

编写一个程序 exp1-2.cpp，计算任一输入的正整数的各位数字之和，并分析算法的时间复杂度。

解：本工程 Proj1_2 的组成结构如图 1.3 所示。本程序的模块结构图如图 1.4 所示，图中方框表示函数，方框中指出函数名，箭头方向表示函数间的调用关系，虚线方框表示文件的组成，即指出该虚线方框中的函数存放在哪个文件中。

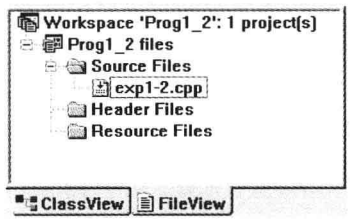


图 1.3　Proj1_2 工程组成

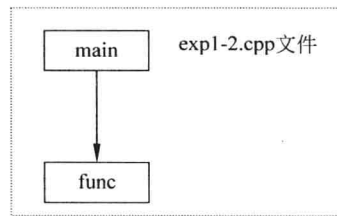


图 1.4　Proj1_2 工程的程序结构图

exp1-2.cpp 文件包含的函数 func(int num)的功能是分解 num 的各位数字，返回这些数字之和。采用的方法是：对 num 边分解边进行累加，直到分解完毕。

对应的程序如下(设计思路详见代码中的注释)：

```
//文件名：exp1 - 2.cpp
#include < stdio.h >
int func(int num)
{    int s = 0;
     do
     {    s += num % 10;
          num/ = 10;
     } while(num);
     return (s);
}
void main()
{    int n;
     printf("输入一个整数:");
     scanf(" % d",&n);
     printf("各位数字之和: % d\n",func(n));
     printf("\n");
}
```

连编本工程生成可执行文件 Proj1_2.exe。程序的一次执行结果如下：

```
输入一个整数:12345678 ↙
各位数字之和:36
```

func(n)的时间复杂度为 O(len(n))，len(n)为正整数 n 的位数。程序的时间复杂度也为 O(len(n))。

实验题 1.3　求一个字符串是否为回文

编写一个程序 exp1-3.cpp，判断一个字符串是否为“回文”(顺读和倒读都一样的字符串称为“回文”)，并分析算法的时间复杂度。

解：本工程 Proj1_3 的组成结构如图 1.5 所示。本程序的模块结构图如图 1.6 所示。图中方框表示函数，方框中指出函数名，箭头方向表示函数间的调用关系，虚线方框表示文件的组成，即指出该虚线方框中的函数存放在哪个文件中。

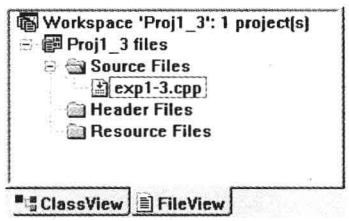


图 1.5　Proj1_3 工程组成

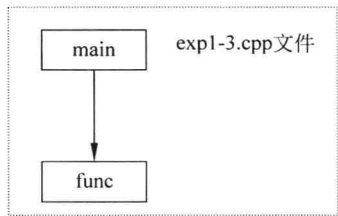


图 1.6　Proj1_3 工程的程序结构图

exp1-3.cpp 文件包含的函数 func(char s[])的功能是判断串 s 是否为回文。采用的方法是：用 flag 表示是否为回文，其初值为 true。用 i 从左向右扫描字符串 s，用 j 从右向左扫描字符串 s，若 s[i]与 s[j]不相等，则 flag＝false(表示不是回文)并退出循环，否则，继续比较直到 i<j 不成立。

对应的程序如下(设计思路详见代码中的注释)：

```
//文件名: exp1-3.cpp
#include<stdio.h>
#include<string.h>
#define MAX 100                                    //字符串的最大长度
bool func(char s[])
{   bool flag=true;
    int i,j,slen=strlen(s);                        //slen 为字符串 s 的长度
    for (i=0,j=slen-1;i<j;i++,j--)
        if (s[i]!=s[j])
        {   flag=false;
            break;
        }
    return (flag);
}
void main()
{   char s[MAX];
    printf("输入一字符串:");
    scanf("%s",s);
    if (func(s))
        printf("%s 字符串是回文\n",s);
    else
        printf("%s 字符串不是回文\n",s);
}
```

连编本工程生成可执行文件 Proj1_3.exe。程序的一次执行结果如下：

```
输入一字符串:abcba↙
abcba 字符串是回文
```

在 func(s)算法中，for 循环语句的执行次数为 n/2(n 为字符串 s 的长度)，则它的时间复杂度为 O(n)。程序的时间复杂度也为 O(n)。

CHAPTER 2

线性表——上机实验题 2 解析 第 2 章

实验题 2.1 实现顺序表各种基本运算的算法

编写一个程序 algo2-1.cpp，实现顺序表的各种基本运算（假设顺序表的元素类型为 char），并在此基础上设计一个主程序完成如下功能：

（1）初始化顺序表 L；

（2）依次采用尾插法插入 a，b，c，d，e 元素；

（3）输出顺序表 L；

（4）输出顺序表 L 的长度；

（5）判断顺序表 L 是否为空；

（6）输出顺序表 L 的第 3 个元素；

（7）输出元素 a 的位置；

（8）在第 4 个元素位置上插入 f 元素；

（9）输出顺序表 L；

（10）删除 L 的第 3 个元素；

（11）输出顺序表 L；

（12）释放顺序表 L。

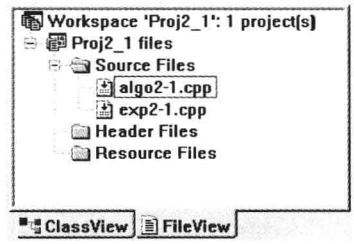


图 2.1 Proj2_1 工程组成

解：本工程 Proj2_1 的组成结构如图 2.1 所示。本程序的模块结构图如图 2.2 所示。图中方框表示函数，方框中指出函数名，箭头方向表示函数间的调用关系，虚线方框表示文件的组成，即指出该虚线方框中的函数存放在哪个文件中。

根据《教程》中 2.2 节的算法得到 algo2-1.cpp 程序，其中包含如下函数：

- InitList(SqList *&L)：初始化顺序表 L。
- DestroyList(SqList *L)：释放顺序表 L。
- ListEmpty(SqList *L)：判断顺序表 L 是否为空表。

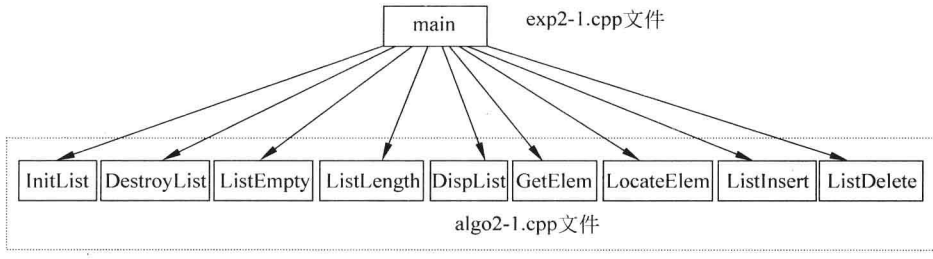


图 2.2　Proj2_1 工程的程序结构图

- ListLength(SqList *L)：返回顺序表 L 的元素个数。
- DispList(SqList *L)：输出顺序表 L。
- GetElem(SqList *L,int i,ElemType &e)：获取顺序表 L 中第 i 个元素。
- LocateElem(SqList *L, ElemType e)：在顺序表 L 中查找元素 e。
- ListInsert(SqList *&L,int i,ElemType e)：在顺序表 L 中第 i 个位置上插入元素 e。
- ListDelete(SqList *&L,int i,ElemType &e)：在顺序表 L 中删除第 i 个元素。

对应的程序如下(设计思路详见代码中的注释)：

```
//文件名:algo2-1.cpp*/
#include<stdio.h>
#include<malloc.h>
#define MaxSize 50
typedef char ElemType;
typedef struct
{   ElemType data[MaxSize];
    int length;
} SqList;
void InitList(SqList *&L)                          //初始化线性表
{   L=(SqList *)malloc(sizeof(SqList));            //分配存放线性表的空间
    L->length=0;                                   //置空线性表长度为0
}
void DestroyList(SqList *L)                        //销毁线性表
{
    free(L);
}
bool ListEmpty(SqList *L)                          //判断线性表是否为空表
{
    return (L->length==0);
}
int ListLength(SqList *L)                          //求线性表的长度
{
    return (L->length);
}
void DispList(SqList *L)                           //输出线性表
{   int i;
    if (ListEmpty(L)) return;
```

```
    for (i = 0;i < L -> length;i++)
        printf(" % c ",L -> data[i]);
    printf("\n");
}
bool GetElem(SqList * L,int i,ElemType &e)          //求线性表中某个数据元素值
{   if (i < 1 || i > L -> length)
        return false;                               //参数错误时返回 false
    e = L -> data[i - 1];                           //取元素值
    return true;                                    //成功找到元素时返回 true
}
int LocateElem(SqList * L, ElemType e)              //按元素值查找
{   int i = 0;
    while (i < L -> length && L -> data[i]!= e)
        i++;                                        //查找元素 e
    if (i >= L -> length)                           //未找到时返回 0
        return 0;
    else
        return i + 1;                               //找到后返回其逻辑序号
}
bool ListInsert(SqList * &L,int i,ElemType e)       //插入数据元素
{   int j;
    if (i < 1 || i > L -> length + 1)
        return false;                               //参数错误时返回 false
    i -- ;                                          //将顺序表逻辑序号转化为物理序号
    for (j = L -> length;j > i;j -- )               //将 data[i]及后面元素后移一个位置
        L -> data[j] = L -> data[j - 1];
    L -> data[i] = e;                               //插入元素 e
    L -> length++;                                  //顺序表长度增 1
    return true;                                    //成功插入返回 true
}
bool ListDelete(SqList * &L,int i,ElemType &e)      //删除数据元素
{   int j;
    if (i < 1 || i > L -> length)                   //参数错误时返回 false
        return false;
    i -- ;                                          //将顺序表逻辑序号转化为物理序号
    e = L -> data[i];
    for (j = i;j < L -> length - 1;j++)             //将 data[i]之后的元素前移一个位置
        L -> data[j] = L -> data[j + 1];
    L -> length -- ;                                //顺序表长度减 1
    return true;                                    //成功删除返回 true
}
```

设计如下 exp2-1.cpp 主程序：

```
//文件名:exp2 - 1.cpp
#include < stdio.h >
#include < malloc.h >
#define MaxSize 50
typedef char ElemType;
typedef struct
{   ElemType data[MaxSize];
```

```
    int length;
} SqList;
extern void InitList(SqList *&L);
extern void DestroyList(SqList *L);
extern bool ListEmpty(SqList *L);
extern int ListLength(SqList *L);
extern void DispList(SqList *L);
extern bool GetElem(SqList *L,int i,ElemType &e);
extern int LocateElem(SqList *L, ElemType e);
extern bool ListInsert(SqList *&L,int i,ElemType e);
extern bool ListDelete(SqList *&L,int i,ElemType &e);
void main()
{   SqList *L;
    ElemType e;
    printf("顺序表的基本运算如下:\n");
    printf("  (1)初始化顺序表 L\n");
    InitList(L);
    printf("  (2)依次采用尾插法插入 a,b,c,d,e 元素\n");
    ListInsert(L,1,'a');
    ListInsert(L,2,'b');
    ListInsert(L,3,'c');
    ListInsert(L,4,'d');
    ListInsert(L,5,'e');
    printf("  (3)输出顺序表 L:");
    DispList(L);
    printf("  (4)顺序表 L 的长度 = %d\n",ListLength(L));
    printf("  (5)顺序表 L 为 %s\n",(ListEmpty(L)?"空":"非空"));
    GetElem(L,3,e);
    printf("  (6)顺序表 L 的第 3 个元素 = %c\n",e);
    printf("  (7)元素 a 的位置 = %d\n",LocateElem(L,'a'));
    printf("  (8)在第 4 个元素位置上插入 f 元素\n");
    ListInsert(L,4,'f');
    printf("  (9)输出顺序表 L:");
    DispList(L);
    printf("  (10)删除 L 的第 3 个元素\n");
    ListDelete(L,3,e);
    printf("  (11)输出顺序表 L:");
    DispList(L);
    printf("  (12)释放顺序表 L\n");
    DestroyList(L);
}
```

连编本工程生成可执行文件 Proj2_1.exe。程序执行结果如下：

```
顺序表的基本运算如下:
  (1)初始化顺序表 L
  (2)依次采用尾插法插入 a,b,c,d,e 元素
  (3)输出顺序表 L:a b c d e
  (4)顺序表 L 的长度 = 5
  (5)顺序表 L 为非空
  (6)顺序表 L 的第 3 个元素 = c
```

```
(7)元素 a 的位置 = 1
(8)在第 4 个元素位置上插入 f 元素
(9)输出顺序表 L:a b c f d e
(10)删除 L 的第 3 个元素
(11)输出顺序表 L:a b f d e
(12)释放顺序表 L
```

实验题 2.2　实现单链表各种基本运算的算法

编写一个程序 algo2-2. cpp，实现单链表的各种基本运算(假设单链表的元素类型为 char)，并在此基础上设计一个主程序 exp2-2. cpp 完成如下功能：

(1) 初始化单链表 h；

(2) 依次采用尾插法插入 a,b,c,d,e 元素；

(3) 输出单链表 h；

(4) 输出单链表 h 的长度；

(5) 判断单链表 h 是否为空；

(6) 输出单链表 h 的第 3 个元素；

(7) 输出元素 a 的位置；

(8) 在第 4 个元素位置上插入 f 元素；

(9) 输出单链表 h；

(10) 删除 L 的第 3 个元素；

(11) 输出单链表 h；

(12) 释放单链表 h。

解：本工程 Proj2_2 的组成结构如图 2.3 所示。本程序的模块结构图如图 2.4 所示。图中方框表示函数，方框中指出函数名，箭头方向表示函数间的调用关系，虚线方框表示文件的组成，即指出该虚线方框中的函数存放在哪个文件中。

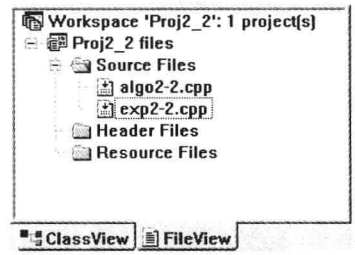


图 2.3　Proj2_2 工程组成

根据《教程》中 2.3.2 节的算法得到 algo2-2. cpp 程序，其中包含如下函数：

- InitList(LinkList * &L)：初始化单链表 L。

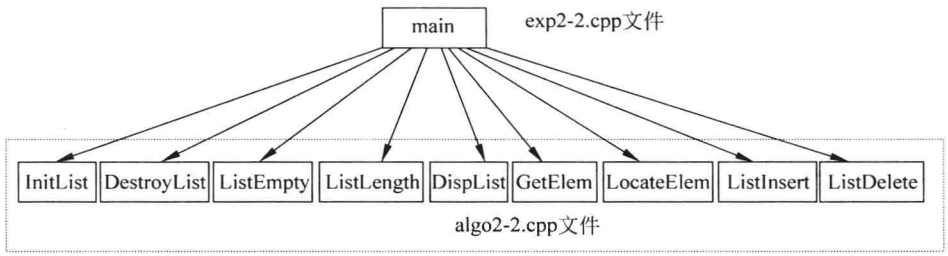


图 2.4　Proj2_2 工程的程序结构图

- DestroyList(LinkList *L)：释放单链表L。
- ListEmpty(LinkList *L)：判断单链表L是否为空表。
- ListLength(LinkList *L)：返回单链表L的元素个数。
- DispList(LinkList *L)：输出单链表L。
- GetElem(LinkList *L,int i,ElemType &e)：获取单链表L中第i个元素。
- LocateElem(LinkList *L, ElemType e)：在单链表L中查找元素e。
- ListInsert(LinkList *&L,int i,ElemType e)：在单链表L中第i个位置上插入元素e。
- ListDelete(LinkList *&L,int i,ElemType &e)：在单链表L中删除第i个元素。

对应的程序如下(设计思路详见代码中的注释)：

```
//文件名:algo2-2.cpp
#include<stdio.h>
#include<malloc.h>
typedef char ElemType;
typedef struct LNode                                    //定义单链表节点类型
{   ElemType data;
    struct LNode *next;
} LinkList;
void InitList(LinkList *&L)                             //初始化线性表
{   L=(LinkList *)malloc(sizeof(LinkList));             //创建头节点
    L->next=NULL;
}
void DestroyList(LinkList *&L)                          //销毁线性表
{   LinkList *p=L, *q=p->next;
    while (q!=NULL)
    {   free(p);
        p=q;
        q=p->next;
    }
    free(p);
}
bool ListEmpty(LinkList *L)                             //判断线性表是否为空表
{
    return (L->next==NULL);
}
int ListLength(LinkList *L)                             //求线性表的长度
{   LinkList *p=L;int i=0;
    while (p->next!=NULL)
    {   i++;
        p=p->next;
    }
    return (i);
}
void DispList(LinkList *L)                              //输出线性表
{   LinkList *p=L->next;
    while (p!=NULL)
    {   printf("%c ",p->data);
```