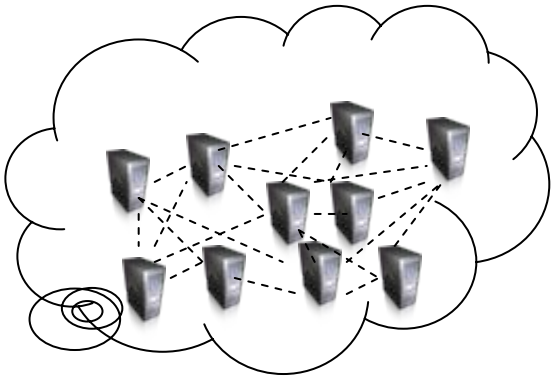
厦门大学非计算机专业本科生公共课

（2011-2012第2学期）



C语言程序设计

林子雨

厦门大学计算机科学系

E-mail: ziyulin@xmu.edu.cn

个人主页：**http://www.cs.xmu.edu.cn/linziyu**

课程提要

第一章 绪论

第二章 C语言基础

第三章 结构化程序设计

第四章 选择结构

第五章 循环结构程序设计

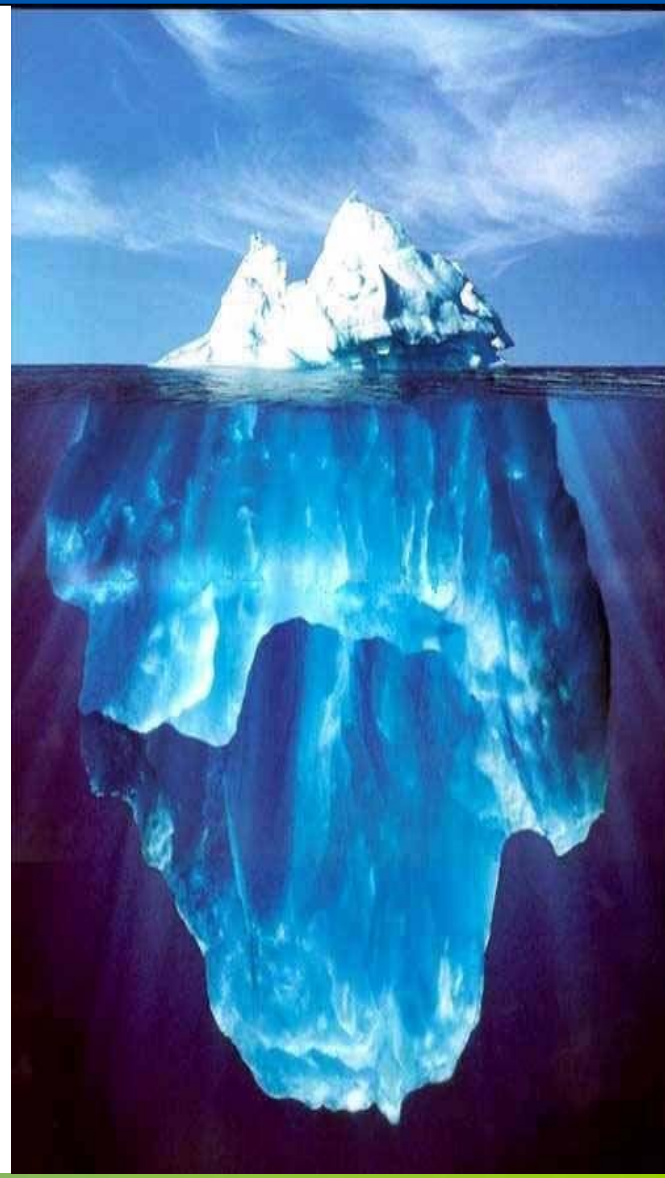
第六章 函数

第七章 编译预处理

第八章 数组

第九章 结构体、共用体和枚举类型

第十章 指针



第8章 数组

8.1 一维数组

8.1.1 一维数组的定义

- 定义一个数组应指出该数组的名字叫什么、包含几个下标、包含几个元素和各元素的数据类型。
- 只包含一个下标的数组称为“一维数组”，定义格式如下：

  类型说明符 数组名[常量表达式];

  例如：int array[5];
- 说明：
  - （1）“数组名”是标识符，应该遵循标识符构成规则和作用域规则，即在同一个作用域内，两个数组不能同名，数组和简单变量也不能同名。
  - （2）“类型说明符”是数组中各元素的类型，可以是简单类型，也可以是已经定义的构造类型。
  - （3）“数组名”后的方括号个数表示数组的维数，一个方括号表示定义的是一维数组。
  - （4）方括号中的“常量表达式”表示数组的元素个数，即数组长度。表达式只可包含常量，不能包含变量。C语言不允许动态定义数组大小。
  - （5）数组也是变量，在一个语句中可以同时定义多个数组，数组也可以和简单变量一同定义。例如：int a,array[5];

8.1.2 一维数组的引用

- 数组必须先定义后引用。数组定义之后，系统为该数组在内存分配一块连续的存储空间，数组中各元素在内存中依次存放。即数组中每个元素有一个序号（下标）与存储空间的起始位置相关联，序号从零开始，序号最大值为数组长度减1。
- 若要引用数组中的某个元素应使用表达式：

  数组名[下标]

  其中“下标”是一个整型表达式，其值表示某个元素在数组中的序号。

8.1.2 一维数组的引用

- **例8.1.1**用于计算某学生三门课程的平均成绩。程序中用数组grade存放学生各课程成绩，用简单变量avg存储平均成绩。

```
#include <stdio.h>
void main()
{
   float grade[3], avg;
   grade[0]=90; grade[1]=75; grade[2]=85;
   avg=(grade[0]+grade[1]+grade[2])/3;
   printf("avg="%f\n", avg );
 }
```

8.1.2 一维数组的引用

- **例8.1.2**：从键盘输入三个整数，然后按相反的顺序输出。程序清单如下。

```
#include<stdio.h>
void  main()
{
        int i,a[3];
        printf("请输入3个整数：\n");
        for(i=0;i<3;i++)
                scanf("%d",&a[i]);
        for(i=2;i>=0;i--)
                printf("%d\t",a[i]);
        printf("\n");
 }
```

8.1.2 一维数组的引用

- **引用数组时应注意：**
- (1)C系统规定不能直接引用整个数组，只能引用数组元素。例如数组输出时，不能写成”printf(“%d\t”,a)”，应分别输出数组中各元素。因此，数组的引用通常和循环结构结合在一起。

- (2)引用数组元素时，下标应该是整型表达式，表达式中可包含变量。如果下标值非整型，系统将自动转换为整型。

- (3)C编译系统没有对数组下标进行越界检查。当引用数组元素时，下标值不在数组定义的下标范围内，系统并没有产生编译错误，但运行时会引用到不属于本数组的其他存储空间，这就可能会破坏其他变量的数据，或破坏目标代码甚至破坏系统程序，从而引起运行错误。

- (4)数组定义和数组元素引用的形式相似，但意义不同。在数组定义中，方括号中的常量表达式的值代表数组长度；而数组元素引用时，方括号中的表达式可以包含变量，表达式的值是下标，代表该元素在数组中的位置。

8.1.3 一维数组的初始化

- 在定义数组时，如果数组元素的初值已经确定，可以对数组进行初始化，以提高程序的执行效率。
- 初始化数组时，数组元素的初始值用花括号括起来，各常量之间用逗号分隔，形成常量表。常量列表的每一项和数组中各元素依次对应。例如：

  float grade[3] = {90.0,75.0,85.0};

初始化数组应注意：

- (1)如果数组没有初始化，系统会用默认值对它初始化，其规则和简单变量相同，即外部变量或静态变量赋值为0（数组各元素均为0），自动变量赋值随机。
- (2)初始化数组时，初始值的个数可以比数组元素的个数少，这时，未提供初始值的元素被置为0.例如：

  int a[10] = {1,2,3,4,5};

  数组a在内存的存储状态如下：

a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	a[4]	a[5]	a[6]	a[7]	a[8]	a[9]
1	2	3	4	5	0	0	0	0	0

8.1.3 一维数组的初始化

- 初始化数组应注意：
- (3)当对全部数组元素赋初值时，可以不指定数组长度，但数组名后面的方括号不能省略。例如：

  int a[5]={1,2,3,4,5};

  可以写成：

  int a[]={1,2,3,4,5};

  但不能写成：

  int a={1,2,3,4,5};
- (4)初始化数组时，初始值的个数不能多于数组元素个数，否则错误。例如：int a[3]={1,2,3,4,5};//错误
- (5)初始化是在编译时完成的，而赋值运算是在程序运行时进行的，要注意二者的区别。例如不能把：

  int a[5]={1,2,3,4,5};

  写成

  int a[5]; a={1,2,3,4,5};

  或写成

  int a[5]; a[5]={1,2,3,4,5};

8.1.4 一维数组应用举例

- **例8.1.3**：用数组求Fibonacci数列的前20项（1，1，2，3，5，8……），程序清单如下。

```
#include<stdio.h>
void  main()
{
    int i,f[20]={1,1};
    //定义并初始化数组f，使f[0]=1，f[1]=1，其余元素为0
    for(i=2;i<20;i++)
            f[i]=f[i-1]+f[i-2];     //数列的第i项等于第i-1项和第i-2项之和
    for(i=0;i<20;i++)
    {       printf("%d\t",f[i]);
            if((i+1)%5==0)      //每输出5个数据后换行
                    printf("\n");
     }
}
```

8.1.4 一维数组应用举例

- **例8.1.4**：由键盘输入一个班级的学生考试成绩，统计出本班的人数和各分数段的人数。以10分为一个分数段，即0~9,10~19,…,90~99,100共11个分数段，程序清单如下。

```
#include<stdio.h>
void  main()
{
    int  i,score ,n=0;    //score为某学生成绩 ； n为班级人数，初始化为0
    int num[11]={0};    //数组num为各分数段人数，初始化为0
    printf("输入各学生的考试成绩，当学生成绩输入结束时请输入-1\n");
    while(1)
    {       scanf("%d",&score);
            if(score== -1) break ;
            //-1称为“结束标志”，当输入-1时，表示全部数据输入完毕，结束循环
            n++;                                          //统计班级人数
            num[score/10]++;        //统计各分数段人数
    }
    printf("本班考试人数为：%d\n",n);
    printf("分数段:\t人数\n");
    for(i=0;i<10;i++)
            printf("%d~%d:\t%d\n",i*10,i*10+9,num[i]);
    printf("100:\t%d\n",num[10]);
}
```

8.1.4 一维数组应用举例

- **例8.1.5**：用“筛法”求500以内的所有素数，程序清单如下。

```
# include <stdio.h>
#include<math.h>
#define  N  500
void  main()
{
    int i,j,n0,a[N];
    for(i=2;i<N;i++) a[i]=1;//a各元素赋初值 1，不能使用int a[N]={1};为什么？
    n0=sqrt(N);//为什么开根号？
    for(j=2;j<=n0;j++)
    {       if(a[j]==0) continue;
            for(i=j+1;i<N;i++)
                    if(i%j==0) //如果 j能除尽 i, 则i就不是素数
                            a[i]=0;     //置i不是素数标志（a[i]=0）
    }
    for(i=2;i<N;i++)
            if(a[i])//如果a[i]的值仍然是1，则i为素数，输出i
                    printf("%d\t",i);
    printf("\n");
}
```

8.1.4 一维数组应用举例

- **例8.1.6**：输入10个整数，输出其中的最大者和最小者，程序清单如下。

```
#include <stdio.h>
#define  N  10
void  main()
{
    int max,min,a[N],i;
    printf("Input numbers:\n");
    for(i=0;i<N;i++)
            scanf("%d",&a[i]);
    max=min=a[0];
    for(i=1;i<N;i++)
    {       if(a[i]>max) max=a[i];
            if(a[i]<min) min=a[i];
    }
    printf("max=%d\n",max);
    printf("min=%d\n",min);
}
```

8.1.4 一维数组应用举例

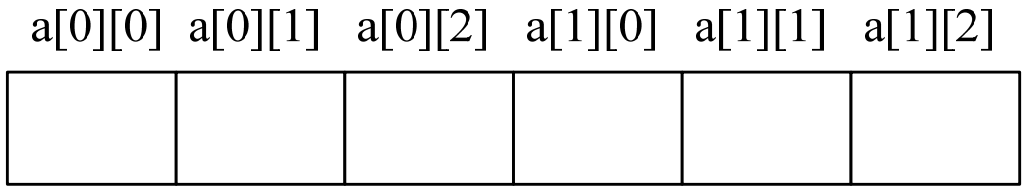
- **例8.1.7**：用冒泡法对10个整数排序，程序清单如下。

```
# include  <stdio.h>
void  main()
{
    int i,j,t,n,a[100];
    printf("n=");
    scanf("%d",&n);
    printf("Input numbers:\n");
    for(i=0;i<n;i++)
        scanf("%d",&a[i]);
    for(i=1;i<n;i++)  //比较和交换要反复多次
        for(j=0;j<n-i;j++)   //从左到右依次比较两个相邻的元素
            if(a[j]>a[j+1])                    //如果左大右小，则彼此的值交换
                {t=a[j];a[j]=a[j+1];a[j+1]=t;}
    printf("The sorted numbers:\n");
    for(i=0;i<n;i++)
        printf("%d\t",a[i]);
    printf("\n");
}
```

8.2 多维数组(*)

8.2.1 二维数组的定义和引用

- 二维数组的定义形式：
  类型说明符 数组名[常量表达式1][常量表达式2];
- [常量表达式1]是第一维的长度， [常量表达式2]是第二维的长度。
  例如：int a[2][3];
  该二维数组包含2行3列，6个元素分别是：
  a[0][0]、a[0][1]、 a[0][2]、 a[1][0]、 a[1][1]、 a[1][2]
- 二维数组逻辑上是二维的，而内存单元是按一维方式组织，连续编址的。



- 二维数组的引用形式为：
  数组名[下标1][下标2]
- 注意事项：
  （1）两个下标必须分别加方括号。不能把a[0][1]写成a[0,1]
  （2）行下标和列下标不能交换。a[0][1]和a[1][0]是两个不同数组元素
  （3）a[0]虽然是二维数组a的元素，但a[0]是一维数组，不能直接引用

8.2.2 二维数组的初始化

- 二维数组初始化时，初始值按行的顺序排列，每行一组，每组加花括号。例如：
  int a[3][4]={{1,2,3,4},{5,6,7,8},{9,10,11,12}};
- 这种初始化的方式，把一个二维数组看成是一个一维数组，其数组元素又是一个一维数组。
- 和对一维数组赋初值一样，也可以只对二维数组的部分元素赋初值，没有提供初值的元素，其初值为0.例如：
  int a[3][4]={{1},{2,3},{4,5,6}};
- 初始化后，数组a各元素的值分别为：
  a[0][0]=1 a[0][1]=0 a[0][2]=0 a[0][3]=0
  a[1][0]=2 a[1][1]=3 a[1][2]=0 a[1][3]=0
  a[2][0]=4 a[2][1]=5 a[2][2]=6 a[2][3]=0
- 如果为全部元素提供初值，内层花括号可以省略。即把所有初始数据按行为序写在一个花括号内；如果为全部元素都提供初值，定义数组时可以省略第一维的长度。下面几种初始化方法等价：
  int a[3][4]={{1,2,3,4},{5,6,7,8},{9,10,11,12}};
  int a[3][4]={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};
  int a[][4]={{1,2,3,4},{5,6,7,8},{9,10,11,12}};
  int a[][4]={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};
- 注意：如果只对二维数组的部分元素赋初值，内层花括号不能省略，数组第一维的长度也不能省略。

8.2.3 二维数组应用举例

例8.2.1：定义一个5行5列的二维数组a（矩阵），数组元素为二位数整数（10~99），其值由系统提供的随机函数rand产生，输出该矩阵；把矩阵a转置（行列对换），然后输出转置后的矩阵a。程序清单如下。

```
# include  <stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<time.h>
#define  Max  99
#define  Min  10
void  main()
{      int i,j,a[5][5],temp ;       srand(time(0)); //初始化随机函数
       for (i=0;i<5;i++)          //数组元素的值由随机函数rand()产生
                 for(j=0;j<5;j++)
                              a[i][j]=Min+rand()/32768.0*(Max-Min+1);
       printf("a矩阵的值如下：\n");
       for (i=0;i<5;i++)
                 {
                 for(j=0;j<5;j++)   printf("%d\t",a[i][j]);
                 printf("\n");
                 }
       for (i=0;i<5;i++)                          //矩阵转置（行列对换）
                 for(j=i+1;j<5;j++)               //注意循环变量j的初值
                              {temp=a[i][j];  a[i][j]=a[j][i]; a[j][i]=temp;}
       printf("a矩阵转置后的值如下：\n");
       for (i=0;i<5;i++)
                 {
                 for(j=0;j<5;j++)  printf("%d\t",a[i][j]);
                 printf("\n");
                 }
}
```

矩阵的值：

10	60	27	82	62
53	41	90	84	77
25	87	73	56	37
11	18	42	23	24
98	50	20	10	10

矩阵转置后的值：

10	53	25	11	98
60	41	87	18	50
27	90	73	42	20
82	84	56	23	10
62	77	37	24	10

8.2.3 二维数组应用举例

例8.2.2：求二维数组中最大元素的值及在数组的位置，程序清单如下。

```
# include  <stdio.h>
#include<stdlib.h>
void  main()
{
      int i,j,a[5][5],max,maxi,maxj;
      srand(100);
      for (i=0;i<5;i++)
            for(j=0;j<5;j++)
                  a[i][j]=Min+rand()/32768.0*(Max-Min+1);

      printf("a矩阵的值如下：\n");
      for (i=0;i<5;i++)
            {for(j=0;j<5;j++)
                  printf("%d\t",a[i][j]);
            printf("\n");
            }
      max=a[0][0];maxi=0;maxj=0;
      for (i=0;i<5;i++)
            for(j=0;j<5;j++)
                  if(max<a[i][j])
                        {max=a[i][j];maxi=i;maxj=j;}
      printf("a矩阵的最大元素是：a[%d][%d]=%d\n",maxi,maxj,max);
}
```

8.2.3 二维数组应用举例

例8.2.3：打印扬辉三角。扬辉三角形满足以下规则：第一行有一个元素，第n行有n个元素；第一行元素值为1，以后各行首尾元素值为1，中间的第k元素值等于上一行第k-1元素和第k元素之和。

```
# include  <stdio.h>
#define  N  6
void  main()
{
    int i,j,a[N][N]={0};                    //二维数组初始化为0
    for (i=0;i<N;i++)                       //二维数组的第0列元素和对角线元素置1
        a[i][0]=a[i][i]=1;
    for(i=1;i<N;i++)                        //其他元素的值等于其左上元素与正上元素之和
        for(j=1;j<N;j++)
            a[i][j]=a[i-1][j-1]+a[i-1][j];
    printf("a矩阵的值如下：\n");
    for (i=0;i<N;i++)                       //输出矩阵的下三角元素
        {for(j=0;j<=i;j++)
            printf("%d\t",a[i][j]);
        printf("\n");
            }
}
```

	0	1	2	3	4	5
0	1					
1	1	1				
2	1	2	1			
3	1	3	3	1		
4	1	4	6	4	1	
5	1	5	10	10	5	1

8.3 字符串

- 8.3.1 字符型数组
- 8.3.2 字符串
- 8.3.3 字符串处理函数(*)

8.3.1 字符型数组

- 数组元素类型为整型的数组，称为“整型数组”。
- 数组元素类型为字符型的数组称为“字符型数组”，简称“字符数组”。
- 定义字符数组并对字符数组初始化，用户提供的初始值列表必须是字符常量表。例如：

```
#include<stdio.h>
void main()
{
    char i,c[5]={‘H’,’e’,’l’,’l’,’o’};
    for(i=0;i<5;i++) printf(“%c”,c[i]);
       printf(“\n”);
}
```

8.3.1 字符型数组

- 定义字符数组c也可用省略数组长度的方式：

  char c[]= {‘H’,’e’,’l’,’l’,’o’};
- 定义字符数组并初始化，当提供的字符常量个数少于数组元素个数时，其余元素定为空字符’\0’，空字符即ASCII码为0的字符。例如：
- char c[10]= {‘H’,’e’,’l’,’l’,’o’};
- 则数组c的值如下：

c[0]	c[1]	c[2]	c[3]	c[4]	c[5]	c[6]	c[7]	c[8]	c[9]
H	e	l	l	o	\0	\0	\0	\0	\0

注意：空字符不同于空格字符，空格字符的ASCII码为32，输出时是一个空格；而*空字符没有任何输出*。

8.3.1 字符型数组

- 和一般数组一样，可以引用字符数组元素，如c[5]='!'，但不能引用字符数组，例如c="Hello!"是错误的。
- 在C语言中，字符型和整型是相通的，所以上面的定义也可以改成：

  int c[5]={'H','e','l','l','o'};

  但是，用整型空间存储字符型数据会造成空间的浪费。

8.3.2 字符串

•字符串就是一串字符，是程序设计中经常使用的数据。在C语言中，并没有专门设置“字符串类型”，而是将字符串作为字符数组来处理。

•字符数组是一种构造型数据，不能整体处理。而在实际应用中，经常需要把字符串当作基本类型的数据，需要对字符串进行整体处理。为此，C语言对字符数组进行了补充定义。

8.3.2.1 字符串结束符

- 系统在存储字符串时，自动在字符串后面加入空字符('\0')，作为字符串结束符。例如：字符串"Hello"，系统在内存中的实际存储为：

H	e	l	l	o	\0

8.3.2.2 字符数组初始化

- 可以用字符串对字符数组初始化，例如下面几种字符数组的定义方式和初始化方式是等价的：

```
char c[6]={'H','e','l','l','o','\0'};
char c[]={'H','e','l','l','o','\0'}; //数组长度可以省略
char c[6]={'H','e','l','l','o'};//初始值个数小于数组长度，c[5]初始化为'\0'
char c[6]={"Hello"};
char c[6]="Hello";//花括号可以省略，问：char c[5]="Hello"是否可以？
char c[]="Hello";//数组长度可以省略
```

- 说明：

(1)存储字符串的字符数组的长度必须大于字符串长度。

(2)：char c[]="Hello"和char c[]={'H','e','l','l','o','\0'}等价，但是：
char c[]="Hello"和char c[]={'H','e','l','l','o'}不等价。

(3)如果不把字符数组看作是字符串，字符数组中不一定要包含值为'\0'的元素。

8.3.2.3 字符数组的输入和输出

- 可以使用两种方式对字符数组进行输入输出：
  - 使用%c逐个字符输入或输出
  - 使用格式符%s对字符数组整体输入或输出
- **字符数组的输出**：

下面是两种等价的输出方法：

```
//以字符方式输出
i=0;
while(c[i]) printf("%c",c[i++]);
//以字符串方式输出
printf("%s",c);
```

可以看出，第二种方式比较简练。执行"printf("%s",c)"时，输出从c[0]到结束符'\0'前的所有字符。当字符数组c包含多个结束符时，第一个结束符后的字符不输出；当字符数组c不包括结束符时，输出c的全部字符及数组c之后的字符，知道遇到一个'\0'时停止。

8.3.2.3 字符数组的输入和输出

- 字符数组的输入
- 执行scanf(“%s”,c)时，字符数组c从键盘读取字符串，直到遇到空格或回车键为止，同时系统会自动在接受到的字符后面加一个’\0’，即输入时字符串不能包含空格字符。例如：

```
#include <stdio.h>
void main()
{
        char c[5];
        scanf(“%s”,c); //字符串变量c之前可加&运算符或不加
        printf(“%s\n”,c);
}
```

- 键盘输入”abc 123”，屏幕输出”abc”；键盘输入”abcdefg”，屏幕输出”abcdefg”。
- 当数组c接受的字符串长度超过数组长度时，不会产生错误，但字符串会占用其他存储空间，肯能会引起运行错误，应特别注意。
- 使用scanf函数可以一次输入多个字符串，各个输入串之间可以空格或回车符分隔。
- 在scanf(“%s”,c)中，输入项是字符数组名。输入项前可以不加运算符&（也可以加），因为数组名c本身就是字符数组的起始地址。

附件：课程教师和助教（2011-2012第2学期）

主讲教师：林子雨

单位：厦门大学信息科学与技术学院计算机科学系
办公地点：福建省厦门市思明区厦门大学海韵园
E-mail:ziyulin@xmu.edu.cn
个人主页：http://www.cs.xmu.edu.cn/linziyu

助教：林尚青

单位：厦门大学计算机科学系2010级硕士研究生
E-mail:lsq1015@qq.com
手机：15959206201

助教：赖明星

单位：厦门大学计算机科学系2011级硕士研究生
E-mail:joy_lmx@163.com
手机：18050056577

附件：课程FTP （2011-2012第2学期）

- FTP地址：ftp://218.193.53.74
- 用户名： stu_linziyu
- 密码：123456
- 目录：“下载教学内容” ”C语言”

附件：课程教材 （2011-2012第2学期）

- 《C语言程序设计（第2版）》
- 清华大学出版社，黄保和，江弋 编著
- 版次：2011年10月第2版
- ISBN:978-7-302-26972-4
- 定价：35元

Department of Computer Science, Xiamen University, May 6, 2012