

C++ 基础

Peking University

北京大学

ShuwenHe

何书文

1201220707@pku.edu.cn

2023 年 7 月 21 日

目录

目录	2
第一章 variable	6
1 bit-byte	7
2 ASCII	8
第二章 std-stl	9
第三章 stack	10
1 bits/stdc++	10
2 iostream	10
3 fstream	11
4 limits	11
5 A+B Problem	11
6 局部变量	12
7 全局变量	13
第四章 flow control	14

目录	3
1 for	14
1.1 template 模板	14
2 if-else	14
2.1 prime	14
2.2 CSP-J-2021-01-candy 分糖果	15
第五章 operator	18
1 sizeof-variable	18
2 算术运算符	18
2.1 %mod	18
3 位运算符	19
3.1 « 左移	19
第六章 array	21
1 sizeof	21
2 array	21
第七章 vector	23
第八章 string	24
1 strlen	24
2 01010000	24

第九章	reference	25
1	& Reference 引用	25
2	算术运算符	25
3	关系运算符	26
4	逻辑运算符	27
第十章	stl	30
1	stl_queue.h	30
1.1	priority_queue	30
2	stl_vector.h	30
2.1	size	32
3	sort	32
第十一章	注释	33
1	单行多行注释	33
第十二章	常量	34
1	#define 预处理器	34
2	const 关键字	34
第十三章	修饰符类型	35

目录	5
第十四章 函数	36
1 CSP-J（普及组）2022 年 T1 乘方 (pow)	36
第十五章 class 类	37
1 构造函数	38
2 拷贝构造函数	40

Chapter

variable

1 bit-byte

bit	byte
BitCoin 比特币	ByteDance 字节跳动
1948 年 Claude Shannon 论文“A Mathematical Theory of Communication”	1956 年 IBM360 计算机设计, 它是一个由 8 个二进制位组成的数据单位。
bit 是计算机中的最小数据单元, 只能表示二进制的 0 或 1	byte 是由 8 个 bit 组成的数据单位
计算机使用 bit 来表示和处理数字、字符、图像、音频、视频等各种类型的数据	内存单元以 byte 为单位进行存储, 每个内存单元都有一个唯一的地址
计算机网络传输数据时, 数据也以 bit 为基本单位进行传输	
运算: 计算机对数据进行处理时, 也是以 bit 为基本单位进行运算	
计算机内部处理的数据是以 bit 为基本单位	编程和操作计算机时常常使用 byte 为单位
	<p>一个字节为什么可以表示 256 个不同的值, 一个字节 (byte) 由 8 个二进制位 (bit) 组成。每个二进制位可以有两种状态, 即 0 或 1。因此, 8 个二进制位可以组合成 2^8 种不同的组合, 即 256 种不同的状态。这是因为每个二进制位都有两种可能的取值 (0 或 1), 而 8 个二进制位共有 $2*2*2*2*2*2*2*2 = 2^8 = 256$ 种组合方式。一个字节的 8 个二进制位可以表示从 0 到 255 的 256 个不同的整数值</p> <p>00000000 表示十进制的 0, 00000001 表示十进制的 1, ... 11111110 表示十进制的 254, 11111111 表示十进制的 255, 这就是为什么一个字节可以表示 256 个不同的值。</p>

2 ASCII

ASCII(American Standard Code for Information Interchange)
8 个二进制位（也就是 1 个字节）来表示一个字符，共包含 128 个字符，包括英文字母、数字、标点符号和一些控制字符
ASCII 码中的字符范围从 0 到 127，其中 0 到 31 是控制字符，用于控制设备的操作，如换行、回车、退格等。32 到 127 是可显示的字符，包括大写字母、小写字母、数字和常用的标点符号。
ASCII 码与字节的关系是，一个 ASCII 字符通常由一个字节（8 个二进制位）来表示。字节是计算机中常用的数据单位，它由 8 个二进制位组成。而 ASCII 码中的每个字符正好可以用一个字节的 8 个二进制位来表示，这使得计算机可以很方便地处理和存储 ASCII 字符。
ASCII 码最早于 1960 年由美国国家标准协会（American National Standards Institute, ANSI）开发，其目的是为了实现计算机之间的数据交换。

Chapter

std-stl

Chapter

stack

"STD" 是指"Standard Library"	"STL" 是指"Standard Template Library"
"STD" 是 C++ 标准库	"STL" 是 C++ 中的一个子集 STL 主要由容器、迭代器和算法组成, 容器提供了各种数据结构 (如 vector、list、set、map 等), 迭代器提供了遍历这些容器的方式, 而算法提供了各种通用的算法操作 (如排序、查找、转换等)
	STL 的核心思想是泛型编程, 即用模板来实现通用的数据结构和算法, 从而使代码更加灵活和可复用。

1 bits/stdc++.h

```
#include <bits/stdc++.h>
```

2 iostream

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
int main(){  
    cout<<"hello , world!"<<endl;  
}
```

3 fstream

```
#include <iostream>
#include <fstream>

using namespace std;

int main(){
    ifstream fin("number.in");
    ofstream fout("number.out");
    int n;
    fin>>n;
    fin.close();
    fout.close();
    return 0;
}
```

4 limits

```
#include <fstream>
#include <limits>

using namespace std;

#define INF numeric_limits<int>::max()

int main(){
    ofstream fout("max.out");
    fout<<INF;
}
```

5 A+B Problem

<http://poj.org/problem?id=1000>

Description

Calculate a+b

Input

Two integer a,b ($0 \leq a, b \leq 10$)

Output

Output a+b

Sample Input

1 2

Sample Output

3

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
int main(){
    int a,b;
    cin>>a>>b;
    cout<<a+b<<endl;
    return 0;
}
```

6 局部变量

局部变量: 在函数内部声明的变量。它们只能被函数内部语句使用。

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
int main(){
    int a,b,sum; // 局部变量声明
    a = 1,b = 2; // 实际初始化
    sum = a + b;
    cout<<"sum="<<sum<<endl;
    return 0;
}
```

7 全局变量

局部变量和全局变量的名称可以相同，但是在函数内，局部变量的值会覆盖全局变量的值。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int i = 3;

int global_variable(){
    cout<<"global_i_="<<i<<endl;
    return 0;
}

int main(){
    global_variable();
    int i = 5;
    cout<<"main_i_="<<i<<endl;
    return 0;
}
```

Chapter

flow control

1 for

1.1 template 模板

计算 $1 + 2 + 3 + \cdots + 100 = ?$

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main(){
    int sum = 0;
    for(int i = 1; i <= 100; i++){
        sum += i;
    }
    cout << "sum_□=□" << sum << endl;
    return 0;
}
```

2 if-else

2.1 prime

```
#include <iostream>
#include <fstream>
```

```
using namespace std;

bool isPrime(int num){
    if(num < 2){
        return false;
    }
    for(int i = 2; i * i <= num; i++){
        if(num % i == 0){
            return false;
        }
    }
    return true;
}

int main() {
    ifstream fin("prime.in");
    ofstream fout("prime.out");

    int num;
    fin >> num;
    bool b = isPrime(num);
    if (b == 1){
        fout << 1;
    } else {
        fout << -1;
    }
}
```

2.2 CSP-J-2021-01-candy 分糖果

【题目背景】

红太阳幼儿园的小朋友们开始分糖果啦！

【题目描述】

红太阳幼儿园有 n 个小朋友，你是其中之一。保证 $n \geq 2$ 。

有一天你在幼儿园的后花园里发现无穷多颗糖果，你打算拿一些糖果回去分给幼儿园的小朋友们。

由于你只是个平平无奇的幼儿园小朋友，所以你的体力有限，至多只能拿 R 块糖回去。

但是拿的太少不够分的，所以你至少要拿 L 块糖回去。保证 $n \leq L \leq R$ 。

也就是说，如果你拿了 k 块糖，那么你需要保证 $L \leq k \leq R$ 。

如果你拿了 k 块糖，你将把这 k 块糖放到篮子里，并要求大家按照如下方案分糖果：只要篮子里有不少于 n 块糖果，幼儿园的所有 n 个小朋友（包括你自己）都从篮子中拿走恰好一块糖，直到篮子里的糖数量少于 n 块。此时篮子里剩余的糖果均归你所有——这些糖果是作为你搬糖果的奖励。作为幼儿园高质量小朋友，你希望让作为你搬糖果的奖励的糖果数量（而不是你最后获得的总糖果数量！）尽可能多；因此你需要写一个程序，依次输入 n, L, R ，并输出你最多能获得多少作为你搬糖果的奖励的糖果数量。

【输入格式】

从文件 `candy.in` 中读入数据。

输入一行，包含三个正整数 n, L, R ，分别表示小朋友的个数、糖果数量的下界和上界。

【输出格式】

输出到文件 `candy.out` 中。

输出一行一个整数，表示你最多能获得的作为你搬糖果的奖励的糖果数量。

【样例 1 输入】

7 16 23

【样例 1 输出】

6

【样例 1 解释】

拿 $k = 20$ 块糖放入篮子里。

篮子里现在糖果数 $20 \geq n = 7$ ，因此所有小朋友获得一块糖；

篮子里现在糖果数变成 $13 \geq n = 7$ ，因此所有小朋友获得一块糖；

篮子里现在糖果数变成 $6 < n = 7$ ，因此这 6 块糖是作为你搬糖果的奖励。容易发现，你获得的作为你搬糖果的奖励的糖果数量不可能超过 6 块（不然，篮子里的糖果数量最后仍然不少于 n ，需要继续每个小朋友拿一块），因此答案是 6。

【样例 2 输入】

10 14 18

【样例 2 输出】

8

【样例 2 解释】

容易发现，当你拿的糖数量 k 满足 $14 = L \leq k \leq R = 18$ 时，所有小朋友获得一块糖后，剩下的 $k - 10$ 块糖总是作为你搬糖果的奖励的糖果数量，因此拿 $k = 18$ 块是最优解，答案是 8。

【数据范围】

测试点	$n \leq$	$R \leq$	$R - L \leq$
1	2	5	5
2	5	10	10
3	10^3	10^3	10^3
4	10^5	10^5	10^5
5	10^3	10^9	0
6			10^3
7			10^5
8	10^9		10^9
9			
10			

对于所有数据，保证 $2 \leq n \leq L \leq R \leq 10^9$

```
#include <iostream>
```

```
#include <fstream>
```

```
using namespace std;
```

```
int main(){
```

```
    ifstream fin("candy.in");
```

```
    ofstream fout("candy.out");
```

```
    int n, l, r;
```

```
    int k;
```

```
    fin >> n >> l >> r;
```

```
    if (l < n * (r / n) && n * (r / n) < r) {
```

```
        k = n * (r / n) - 1 - n * (r / n - 1);
```

```
    } else if (n * (r / n) < l) {
```

```
        k = r - n;
```

```
    }
```

```
    fout << k;
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Chapter

operator

1 sizeof-variable

用程序实现 char,int,long,long long,float,double 变量类型字节大小?

解:

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main(){
    cout<<"sizeof(char)_"<<sizeof(char)<<"_bytes"<<endl;
    cout<<"sizeof(int)_"<<sizeof(int)<<"_bytes"<<endl;
    cout<<"sizeof(long)_"<<sizeof(long)<<"_bytes"<<endl;
    cout<<"sizeof(long_long)_"<<sizeof(long long)<<"_bytes"<<endl;
    cout<<"sizeof(float)_"<<sizeof(float)<<"_bytes"<<endl;
    cout<<"sizeof(double)_"<<sizeof(double)<<"_bytes"<<endl;
}
```

2 算术运算符

2.1 %mod

```
#include <iostream>
#include <fstream>

using namespace std;
```

```

int main(){
    ifstream fin("mod.in");
    ofstream fout("mod.out");

    int num;
    fin >> num;
    if (num < 2){
        fout << -1;
        return 0;
    }
    for(int i = 2; i * i <= num; i++){
        if(num % i == 0){ // i 整除 num
            fout << -1;
            return 0;
        }
        fout << 1;
    }
}

```

3 位运算符

3.1 « 左移

每一次左移操作都相当于将原值乘以 2 的 n 次方

$$1 \ll i = 2^i$$

```
#include <iostream>
```

```
#include <fstream>
```

```
using namespace std;
```

```

int main(){
    ifstream fin("bit.in");
    ofstream fout("bit.out");

```

```
    int i,num;
    for( fin>>i; i >= 0;i--){
        num = 1<<i;
        fout<<num<<endl;
    }
}
```

Chapter

array

1 sizeof

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main(){
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int size = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    for(int i = 0; i < size; i++){
        cout << arr[i] << " ";
    }
    cout << endl;

    return 0;
}
```

2 array

在 C++ 中，你可以使用 ‘std::array’ 标准库容器来实现数组。‘std::array’ 提供了一组固定大小的连续存储空间，并提供了许多与数组相关的函数和操作。以下是一个简单的示例：

```
#include <iostream>
#include <array>

using namespace std;
```

```
int main() {
    // 创建一个包含 5 个整数的数组
    array<int, 5> arr;
    // 向数组中插入元素
    arr[0] = 1;
    arr[1] = 2;
    arr[2] = 3;
    arr[3] = 4;
    arr[4] = 5;
    // 获取数组大小
    int size = arr.size();
    cout << "Array size: " << size << endl;
    // 遍历并打印数组元素
    cout << "Array elements: ";
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    cout << endl;
    // 使用迭代器遍历并打印数组元素
    cout << "Array elements (using iterator): ";
    for (array<int, 5>::iterator it = arr.begin(); it != arr.end(); ++it) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
    return 0;
}
```

在上面的示例中,首先包含了‘<array>’标准库头文件。然后,创建了一个名为‘arr’的‘std::array’对象,包含了 5 个整数元素。通过使用索引访问‘arr’中的元素,可以对数组进行操作。示例中还演示了获取数组大小、遍历数组并打印元素的两种方式:使用下标和使用迭代器。使用‘std::array’具有许多优点,包括安全性、大小固定、支持迭代器等。此外,‘std::array’还提供了其他功能,如比较、排序等操作。你可以进一步了解‘std::array’的详细用法和功能,以满足特定的需求。

Chapter

vector

Chapter

string

strlen	字符串中字符的个数，不包括字符串末尾的空字符 \0 在内
--------	------------------------------

1 strlen

2 01010000

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
int main(){
    string str = "01010000";
    int count = 0;
    for(int i = 0; i < str.length(); i++){
        if(str[i] == '1'){
            count++;
        }
    }
    cout<<count<<endl;
    return 0;
}
```


Chapter

reference

1 & Reference 引用

```
#include <iostream>
#include <vector>

using namespace std;

void modifyVector(vector<int>& vec){
    vec.push_back(4);
}

int main(){
    vector<int> nums = {1,2,3};
    modifyVector(nums);

    for(int num : nums){
        cout<<num<<" ";
    }
    cout<<endl;
    return 0;
}
```

2 算术运算符

```
// 算术运算符
int arithmeticOperator(){
    int a = 5;
```

```

    int b = 3;
    int c;
    cout<<"a_="<<a<<endl;
    cout<<"b_="<<b<<endl;
    c = a + b;
    cout<<"c_="<<a+b<<endl;
    c = a - b;
    cout<<"c_="<<a-b<<endl;
    c = a * b;
    cout<<"c_="<<a*b<<endl;
    c = a / b;
    cout<<"c_="<<a/b<<endl;
    c = a % b;
    cout<<"c_="<<a%b<<endl;
    int d = 7;
    cout<<"d_="<<d<<endl;
    c = d++;
    cout<<"c_="<<d++<<endl;
    c = d--;
    cout<<"c_="<<d--<<endl;
    return 0;
}

```

3 关系运算符

// 关系运算符

```

int relationalOperator(){
    int a = 5;
    int b = 3;
    cout<<"a_="<<a<<endl;
    cout<<"b_="<<b<<endl;
    int c;
    if (a == b){
        cout<<"a_等于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不等于_b"<<endl;
    }
}

```

```
    if(a < b){
        cout<<"a_小于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不小于_b"<<endl;
    }
    if(a > b){
        cout<<"a_大于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不大于_b"<<endl;
    }
    return 0;
}
```

4 逻辑运算符

逻辑运算符在 C++ 中用于解决以下问题：

1. 条件判断：逻辑运算符允许程序员在条件语句中对多个条件进行组合判断。通过使用逻辑与运算符（&&）和逻辑或运算符（||），可以根据多个条件的组合结果来确定程序的执行路径。
2. 循环控制：逻辑运算符在循环语句中起到关键作用，例如在 while 循环或 do-while 循环中，使用逻辑运算符可以设置多个条件来控制循环的执行和终止条件。
3. 布尔逻辑操作：逻辑运算符允许对布尔值进行操作，将多个布尔值进行组合，从而得到新的布尔值。这对于程序中的条件逻辑判断非常有用。

通过使用逻辑运算符，程序员可以根据条件的组合结果来进行复杂的判断和控制，从而实现程序的逻辑流程控制和条件判断。这样可以使程序更加灵活和可控，并能够处理多种不同的情况。

C++ 中的逻辑运算符用于对条件表达式进行逻辑运算，通常返回布尔值（true 或 false）。以下是 C++ 中常用的逻辑运算符：

1. 逻辑与运算符（&&）：当且仅当两个操作数都为 true 时，结果为 true。否则，结果为 false。

```
bool a = true;
bool b = false;
bool result = a && b; // 结果为 false
```

2. 逻辑或运算符（||）：当至少有一个操作数为 true 时，结果为 true。只有当两个操作数都为 false 时，结果为 false。

```

bool a = true;
bool b = false;
bool result = a || b; // 结果为 true

```

3. 逻辑非运算符 (!): 对操作数进行取反操作, 如果操作数为 true, 则结果为 false; 如果操作数为 false, 则结果为 true。

```

bool a = true;
bool result = !a; // 结果为 false

```

逻辑运算符通常与条件语句 (例如 if 语句和 while 循环) 一起使用, 用于控制程序的执行流程和判断条件的满足情况。

C++ 中的逻辑运算符包括逻辑与 (&&)、逻辑或 (||)、逻辑非 (!) 三种。它们的作用是对逻辑表达式进行求值, 以判断表达式的真假。

当使用逻辑与 (&&) 时, 只有当两个操作数都为真 (非零) 时, 整个表达式才为真, 否则为假。因此, 如果一个操作数为真, 另一个操作数为假, 整个表达式的结果就是假。

同样的道理, 当使用逻辑或 (||) 时, 只有当两个操作数都为假 (零) 时, 整个表达式才为假, 否则为真。如果一个操作数为假, 另一个操作数为真, 整个表达式的结果也是真。

逻辑非 (!) 则是将操作数的真假值取反。如果操作数为真, 取反后就是假; 如果操作数为假, 取反后就是真。

因此, 当使用逻辑运算符时, 需要注意操作数的真假值, 以便正确地求出整个表达式的值。

// 逻辑运算符

```

int logicalOperator(){
    int a = 3, b = 5, c;
    cout<<"a_=_ "<<a<<endl;
    cout<<"b_=_ "<<b<<endl;
    if (a&&b){
        cout<<"a&&b 条件为 _true"<<endl;
    }
    if (a || b){
        cout<<"a || b 条件为 _true"<<endl;
    }
    // 改变 a 和 b 的值
    a = 0;
    b = 5;
    if (a && b){
        cout<<"a&&b 条件为 _true"<<endl;
    }
}

```

```
    }else{  
        cout<<"a&&b 条件为 false"<<endl;  
    }  
    if (!(a&&b)){  
        cout<<"!(a&&b) 条件为 true"<<endl;  
    }  
    return 0;  
}
```

Chapter

stl

1 stl_queue.h

1.1 priority_queue

2 stl_vector.h

```
\bits\stl_vector.h
```

```
#include <iostream>
```

```
#include <vector>
```

```
using namespace std;
```

```
int main() {
```

```
    // 创建一个整数向量
```

```
    vector<int> numbers;
```

```
    // 向向量中添加元素
```

```
    numbers.push_back(1);
```

```
    numbers.push_back(2);
```

```
    numbers.push_back(3);
```

```
    // 访问和修改向量中的元素
```

```
    cout << "First_element:_" << numbers[0] << endl;
```

```
    cout << "Second_element:_" << numbers[1] << endl;
```

```
    numbers[2] = 4;
```

```
// 遍历向量中的元素
cout << "All elements: ";
for (int i = 0; i < numbers.size(); ++i) {
    cout << numbers[i] << " ";
}
cout << endl;

// 使用迭代器遍历向量中的元素
cout << "All elements (using iterator): ";
for (vector<int>::iterator it = numbers.begin(); it != numbers.end(); ++it) {
    cout << *it << " ";
}
cout << endl;

// 删除向量中的最后一个元素
numbers.pop_back();

// 检查向量是否为空
if (numbers.empty()) {
    cout << "Vector is empty" << endl;
} else {
    cout << "Vector is not empty" << endl;
}

// 清空向量
numbers.clear();

// 检查向量是否为空
if (numbers.empty()) {
    cout << "Vector is empty" << endl;
} else {
    cout << "Vector is not empty" << endl;
}

return 0;
}
```

2.1 size

```
#include <iostream>
#include <vector>

using namespace std;

int main(){
    vector<int> nums = {1,2,3};
    for(int i = 0; i < nums.size(); i++){
        cout<<nums[i]<<endl;
    }
}
```

3 sort

```
#include <vector>    // 包含STL中的 vector 容器
#include <algorithm>  // 包含STL中的 sort 算法

int main() {
    std::vector<int> nums = {4, 2, 6, 1, 3}; // 使用STL中的 vector 容器
    std::sort(nums.begin(), nums.end()); // 使用STL中的 sort 算法对 nums 进行排序

    return 0;
}
```

在上述示例中，我们使用了 STL 中的 vector 容器和 sort 算法，通过 std 命名空间访问这些组件。

Chapter

注释

1 单行多行注释

C++ 支持单行注释和多行注释。注释中的所有字符会被 C++ 编译器忽略。

// - 一般用于单行注释。

/* ... */ - 一般用于多行注释。

Chapter

常量

1 #define 预处理器

使用 `#define` 预处理器定义常量

// #define 预处理器定义常量

```
#define LENGTH 3
```

```
#define WIDTH 2
```

```
int areaDefine(){  
    int area;  
    area = LENGTH * WIDTH;  
    cout<<"area_□=□"<<area<<endl;  
    return 0;  
}
```

2 const 关键字

// 使用 const 前缀声明指定类型的常量

```
int constConstant(){  
    const int LENGTH_ = 3;  
    const int WIDTH_ = 2;  
    int area;  
    area = LENGTH_ * WIDTH_;  
    cout<<"area_□=□"<<area<<endl;  
    return 0;  
}
```

Chapter

修饰符类型

```
int modifier(){  
    short int i; // 有符号短整数  
    short unsigned int j;  
    j = 50000;  
    i = j;  
    cout<<"j_=_"<<j<<endl;  
    cout<<"i_=_"<<i<<endl;  
    return 0;  
}
```

Chapter

函数

1 CSP-J（普及组）2022 年 T1 乘方 (pow)

Chapter

class 类

在 C++ 中，‘class’关键字用于定义一个类。类是一种用户自定义的数据类型，用于封装数据和操作。类可以包含成员变量（属性）和成员函数（方法），用于描述对象的状态和行为。

以下是一个简单的 C++ 类的示例：

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Rectangle {
private:
    int length;
    int width;

public:
    // 构造函数
    Rectangle(int l, int w) : length(l), width(w) {}

    // 成员函数
    int getArea() {
        return length * width;
    }

    // 成员函数
    int getPerimeter() {
        return 2 * (length + width);
    }
};
```

```
int main() {  
    // 创建一个 Rectangle 对象  
    Rectangle rect(5, 3);  
  
    // 调用对象的成员函数  
    int area = rect.getArea();  
    int perimeter = rect.getPerimeter();  
  
    // 打印结果  
    cout << "Area:_" << area << endl;  
    cout << "Perimeter:_" << perimeter << endl;  
  
    return 0;  
}
```

在上述示例中，定义了一个名为 ‘Rectangle’ 的类，它具有私有成员变量 ‘length’ 和 ‘width’，以及公有成员函数 ‘getArea()’ 和 ‘getPerimeter()’。构造函数用于初始化对象的数据成员。在 ‘main()’ 函数中，创建了一个 ‘Rectangle’ 对象 ‘rect’，并使用对象的成员函数 ‘getArea()’ 和 ‘getPerimeter()’ 计算矩形的面积和周长。最后，使用 ‘std::cout’ 打印结果。类提供了一种组织和封装相关数据和行为的方式，使代码更加模块化和可维护。通过类的实例化，可以创建多个对象，每个对象都有自己的数据和方法。除了成员变量和成员函数，类还可以包含访问修饰符（如 ‘public’、‘private’、‘protected’）和其他特性（如继承、多态）等。

1 构造函数

在 C++ 中，构造函数是一种特殊的成员函数，用于在创建对象时进行初始化操作。构造函数的名称与类的名称相同，并且没有返回类型（包括 ‘void’）。它可以有参数，也可以没有参数。构造函数在以下几种情况下会被自动调用：

1. 在创建对象时，使用 ‘new’ 运算符动态分配内存时。
2. 在声明对象时，使用类的默认构造函数进行初始化。
3. 在将一个对象作为参数传递给函数时，调用拷贝构造函数进行复制。

以下是一个简单的示例，展示了如何定义和使用构造函数：

```
#include <iostream>
```

```
class MyClass {  
private:
```

```
    int value;

public:
    // 默认构造函数
    MyClass() {
        value = 0;
        std::cout << "Default constructor called" << std::endl;
    }

    // 带参数的构造函数
    MyClass(int val) {
        value = val;
        std::cout << "Parameterized constructor called" << std::endl;
    }

    // 成员函数
    int getValue() {
        return value;
    }
};

int main() {
    // 使用默认构造函数创建对象
    MyClass obj1;
    std::cout << "Value:_" << obj1.getValue() << std::endl;

    // 使用带参数的构造函数创建对象
    MyClass obj2(10);
    std::cout << "Value:_" << obj2.getValue() << std::endl;

    return 0;
}
```

在上述示例中,定义了一个名为‘MyClass’的类,其中包含一个私有成员变量‘value’和三个构造函数。默认构造函数用于初始化‘value’为 0,带参数的构造函数用于将传入的值赋给‘value’。在‘main()’函数中,首先使用默认构造函数创建了一个‘MyClass’对象‘obj1’,并通过‘getValue()’方法获取对象的值并打印。然后,使用带参数的构造函数创建了另一个对象‘obj2’,同

样获取并打印了对象的值。

构造函数在对象创建时自动调用，用于进行必要的初始化工作。你可以根据需要定义不同的构造函数，以支持不同的初始化方式。

希望这个示例对你有帮助！如果你还有其他问题，请随时提问。

2 拷贝构造函数

在 C++ 中，拷贝构造函数（Copy Constructor）是一种特殊的构造函数，用于创建一个对象的副本。拷贝构造函数通常以传入对象的引用作为参数，并使用该对象的数据来初始化新对象。

拷贝构造函数在以下情况下会被自动调用：

1. 在将一个对象作为参数传递给函数时，进行参数的复制。
2. 在使用一个对象初始化另一个对象时，进行对象的复制。
3. 在函数返回一个对象时，进行对象的复制。

以下是一个简单的示例，展示了如何定义和使用拷贝构造函数：

```
#include <iostream>

class MyClass {
private:
    int value;

public:
    // 默认构造函数
    MyClass() {
        value = 0;
        std::cout << "Default constructor called" << std::endl;
    }

    // 带参数的构造函数
    MyClass(int val) {
        value = val;
        std::cout << "Parameterized constructor called" << std::endl;
    }

    // 拷贝构造函数
    MyClass(const MyClass& other) {
```



```
        value = other.value;
        std::cout << "Copy constructor called" << std::endl;
    }

    // 成员函数
    int getValue() {
        return value;
    }
};

void printObject(const MyClass& obj) {
    std::cout << "Object value: " << obj.getValue() << std::endl;
}

int main() {
    // 使用默认构造函数创建对象
    MyClass obj1;
    std::cout << "Value: " << obj1.getValue() << std::endl;

    // 使用带参数的构造函数创建对象
    MyClass obj2(10);
    std::cout << "Value: " << obj2.getValue() << std::endl;

    // 使用拷贝构造函数创建对象的副本
    MyClass obj3 = obj2;
    std::cout << "Value: " << obj3.getValue() << std::endl;

    // 作为函数参数传递对象
    printObject(obj3);

    return 0;
}
```

在上述示例中，‘MyClass’类定义了默认构造函数、带参数的构造函数和拷贝构造函数。拷贝构造函数以传入对象的引用作为参数，并将传入对象的值复制给新对象的成员变量。

在 ‘main()’ 函数中，首先使用默认构造函数创建了一个 ‘MyClass’ 对象 ‘obj1’，然后使用带参数的构造函数创建了另一个对象 ‘obj2’。接下来，使用拷贝构造函数将 ‘obj2’ 复制到新对象

‘obj3’。最后，通过调用 ‘printObject()’ 函数将 ‘obj3’ 作为参数传递给函数。

拷贝构造函数在对象的复制过程中起到重要作用，确保新对象与原始对象具有相同的值。如果没有显式定义拷贝构造函数，编译器会自动生成一个默认的拷贝构造函数。

需要注意的是，拷贝构造函数的参数通常是 ‘const’ 引用，以防止在拷