

# 现代C++题目

卢瑟帝国

2023 年 11 月 10 日

## 目录

1	实现管道运算符	2
2	实现自定义字面量 <code>_f</code>	2
3	实现 <code>print</code> 以及特化 <code>std::formatter</code>	3
4	给定模板类修改，让其对每一个不同类型实例化有不同 ID	4
5	实现 <code>scope_guard</code> 类型	5
6	解释 <code>std::atomic</code> 初始化	7
7	<code>throw new MyException</code>	8
8	定义 <code>array</code> 推导指引	9
9	名字查找的问题	10
10	遍历任意聚合类数据成员	11
11	<code>emplace_back()</code> 的问题	12
12	实现 <code>make_vector()</code>	12
13	关于 <code>return std::move(expr)</code>	14

暂时只有 13 道题目，并无特别难度，有疑问可看[视频教程](#)或答案解析。

## 1 实现管道运算符

日期：2023/7/21 出题人：mq白

给出以下代码，在不修改已给出代码的前提下使它满足运行结果。

```
1  int main(){
2      std::vector v{1, 2, 3};
3      std::function f [](const int& i) {std::cout << i << ' '; } };
4      auto f2 = [](int& i) {i *= i; };
5      v | f2 | f;
6  }
```

要求运行结果

1 4 9

● 难度： ★ ★ ☆ ☆ ☆

提示：T& `operator|(T& v, const T& f)` 。

## 2 实现自定义字面量 `_f`

日期：2023/7/22 出题人：mq白

给出以下代码，在不修改已给出代码的前提下使它满足运行结果。6 为输入，决定  $\pi$  的小数点后的位数，可自行输入更大或更小数字。

```
1  int main(){
2      std::cout << "乐 :{} *\n"_f(5);
3      std::cout << "乐 :{0} {0} *\n"_f(5);
4      std::cout << "乐 :{:b} *\n"_f(0b01010101);
5      std::cout << "{:.*<10}"_f("卢瑟");
6      std::cout << '\n';
7      int n{};
8      std::cin >> n;
```

```

9      std::cout << "π: {:.{}f}\n"_f(std::numbers::pi_v<double>, n);
10 }

```

#### 要求运行结果

```

乐 :5 *
乐 :5 5 *
乐 :1010101 *
卢瑟*****
6
π: 3.141593

```

- 难度: ★★☆☆☆

提示: C++11 用户定义字面量、C++20 format 库。

### 3 实现 print 以及特化 std::formatter

日期: 2023/7/24 出题人: mq白

实现一个 print, 如果你做了上一个作业, 我相信这很简单。要求调用形式为:

```

1 print(格式字符串, 任意类型和个数的符合格式字符串要求的参数)

```

```

1 struct Frac {
2     int a, b;
3 };

```

给出自定义类型Frac, 要求支持以下:

```

1 Frac f{ 1,10 };
2 print("{} ", f); // 结果为1/10

```

#### 要求运行结果

```

1/10

```

- 难度: ★★★★★

提示: std::formatter。

禁止面向结果编程，使用宏等等方式，本题主要考察和学习 `format` 库，记得测试至少三个不同编译器。

## 4 给定模板类修改，让其对每一个不同类型实例化有不同 ID

日期：2023/7/25 出题人：Maxy

---

```

1  #include <iostream>
2  class ComponentBase{
3  protected:
4      static inline size_t component_type_count = 0;
5  };
6  template<typename T>
7  class Component : public ComponentBase{
8  public:
9      //todo...
10     //使用任意方式更改当前模板类，使得对于任意类型X，若其继承自Component
11
12     //则X::component_type_id()会得到一个独一无二的size_t类型的id（对于不同的X类型返回的值应不同）
13     //要求：不能使用std::type_info（禁用typeid关键字），所有id从0开始连续。
14 };
15 class A : public Component<A>
16 {};
17 class B : public Component<B>
18 {};
19 class C : public Component<C>
20 {};
21 int main()
22 {
23     std::cout << A::component_type_id() << std::endl;
24     std::cout << B::component_type_id() << std::endl;
25     std::cout << B::component_type_id() << std::endl;
26     std::cout << A::component_type_id() << std::endl;
27     std::cout << A::component_type_id() << std::endl;
28     std::cout << C::component_type_id() << std::endl;

```

29 }

## 要求运行结果

```

0
1
1
0
0
2

```

- 难度： ★ ☆ ☆ ☆ ☆

提示：初始化。

## 5 实现 `scope_guard` 类型

日期：2023/7/29 出题人：Da'Inihlus

要求实现 `scope_guard` 类型（即支持传入任意可调用类型，析构的时候同时调用）。

```

1  #include <cstdio>
2  #include <cassert>
3
4  #include <stdexcept>
5  #include <iostream>
6  #include <functional>
7
8  struct X {
9      X() { puts("X()"); }
10     X(const X&) { puts("X(const X&)"); }
11     X(X&&) noexcept { puts("X(X&&)"); }
12     ~X() { puts("~X()"); }
13 };
14
15 int main() {
16     {
17         // scope_guard的作用之一，是让各种C风格指针接口作为局部变量时也能得到RAII支持
18         // 这也是本题的基础要求

```

```
19     FILE * fp = nullptr;
20     try{
21         fp = fopen("test.txt","a");
22         auto guard = scope_guard([&] {
23             fclose(fp);
24             fp = nullptr;
25         });
26
27         throw std::runtime_error{"Test"};
28     } catch(std::exception & e){
29         puts(e.what());
30     }
31     assert(fp == nullptr);
32 }
33 puts("-----");
34 {
35     // 附加要求1, 支持函数对象调用
36     struct Test {
37         void operator()(X* x) {
38             delete x;
39         }
40     } t;
41     auto x = new X{};
42     auto guard = scope_guard(t, x);
43 }
44 puts("-----");
45 {
46     // 附加要求2, 支持成员函数和std::ref
47     auto x = new X{};
48     {
49         struct Test {
50             void f(X*& px) {
51                 delete px;
52                 px = nullptr;
53             }
54         } t;
55         auto guard = scope_guard{&Test::f, &t, std::ref(x)};
```

```
56     }  
57     assert(x == nullptr);  
58 }  
59 }
```

#### 要求运行结果

Test

\_\_\_\_\_

X()

X()

\_\_\_\_\_

X()

X()

- 难度: ★★★★★ ☆

提示: C++11 形参包, 成员指针, 完美转发, `std::tuple`, `std::apply`, C++17 类推导指引, `std::invoke`, `std::function`

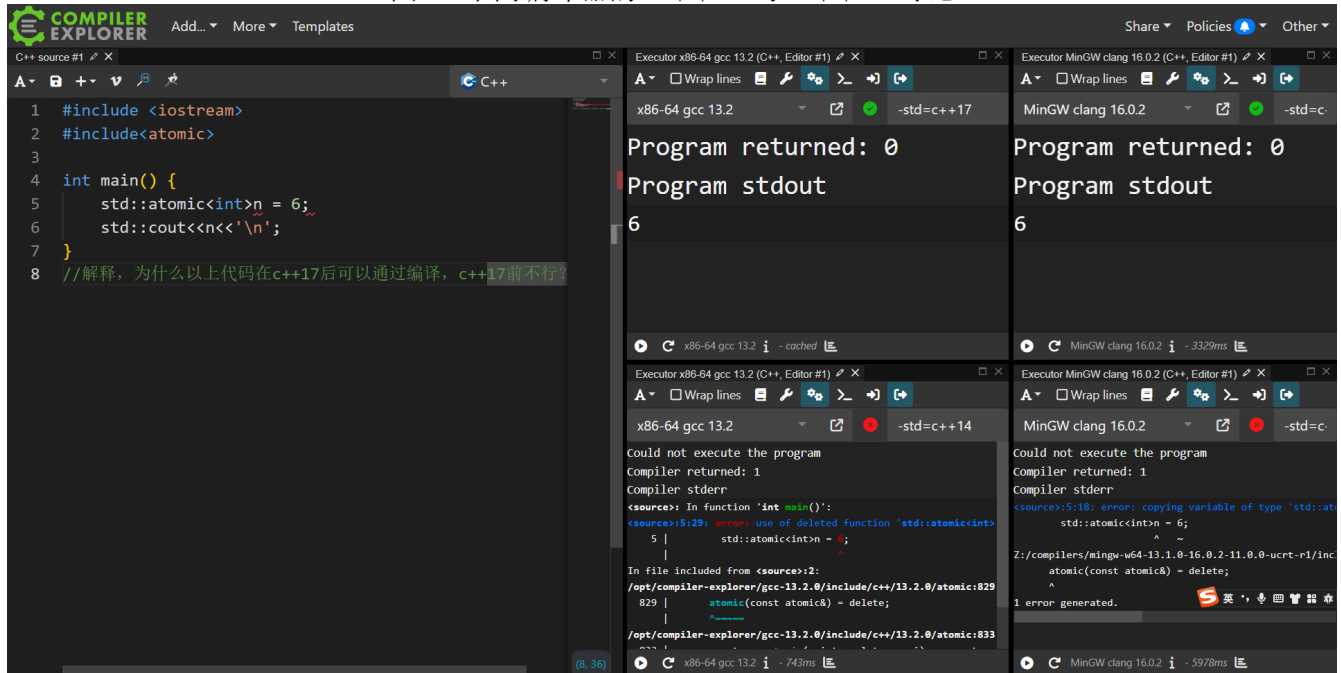
## 6 解释 `std::atomic` 初始化

日期: 2023/8/2 出题人: mq白

```
1  #include <iostream>  
2  #include <atomic>  
3  int main() {  
4      std::atomic<int> n = 6;  
5      std::cout << n << '\n';  
6  }
```

详细解释, 为什么以上代码在 C++17 后可以通过编译, C++17 前不行?

图 1: 不同编译器的 C++17 与 C++14 对比



- 难度: ★★☆☆☆

提示: 复制消除。

## 7 throw new MyException

日期: 2023/8/6 出题人: mq白

给出代码:

```

1 struct MyException :std::exception {
2     const char* data{};
3     MyException(const char* s) :data(s) { puts("MyException()"); }
4     ~MyException() { puts("~MyException()"); }
5     const char* what()const noexcept { return data; }
6 };
7 void f2() {
8     throw new MyException("new Exception异常....");
9 }
10 int main(){
11     f2();

```



12 }

灵感来源自 Java 人写 C++。

在 main 函数中自行修改代码，接取 f2() 函数抛出的异常（try catch）。

#### 要求运行结果

```
MyException()
new Exception异常....
MyException()
```

- 难度： ★ ☆ ☆ ☆ ☆

提示：std::exception，try catch

## 8 定义 array 推导指引

日期：2023/8/12 出题人：mq白

给出代码：

```
1  template<class Ty,size_t size>
2  struct array {
3      Ty* begin() { return arr; };
4      Ty* end() { return arr + size; };
5      Ty arr[size];
6  };
7  int main() {
8      ::array arr{1, 2, 3, 4, 5};
9      for (const auto& i : arr) {
10         std::cout << i << ' ';
11     }
12 }
```

要求自定义推导指引，不更改已给出代码，使得代码成功编译并满足运行结果。

#### 要求运行结果

```
1 2 3 4 5
```

- 难度： ★ ★ ★ ☆ ☆

提示： 参考 `std::array` 实现，C++17类模板推导指引

## 9 名字查找的问题

日期：2023/8/15 出题人：mq白

```
1  #include <iostream>
2
3  template<class T>
4  struct X {
5      void f()const { std::cout << "X\n"; }
6  };
7
8  void f() { std::cout << "全局\n"; }
9
10 template<class T>
11 struct Y : X<T> {
12     void t()const {
13         this->f();
14     }
15     void t2()const {
16         f();
17     }
18 };
19
20 int main() {
21     Y<void>y;
22     y.t();
23     y.t2();
24 }
```

给出以上代码，要求解释其运行结果。

要求运行结果

X  
全局

- 难度： ★ ★ ★ ☆ ☆

提示：名字查找。本问题堪称经典，在某著名 template 书籍也有提过（虽然它完全没有讲清楚）。并且从浅薄的角度来说，本题也可以让你向其他人证明加 this 访问类成员，和不加，是有很多区别的。

## 10 遍历任意聚合类数据成员

出题人：mq白日期：2023/8/18

题目的要求非常简单，在很多其他语言里也经常提供这种东西（一般是反射）。但是显而易见 C++ 没有反射。

我们给出代码：

```
1  int main() {
2      struct X { std::string s{ " " }; }x;
3      struct Y { double a{}, b{}, c{}, d{}; }y;
4      std::cout << size<X>() << '\n';
5      std::cout << size<Y>() << '\n';
6
7      auto print = [](const auto& member) {
8          std::cout << member << ' ';
9      };
10     for_each_member(x, print);
11     for_each_member(y, print);
12 }
```

要求自行实现 for\_each\_member 以及 size 模板函数。要求支持任意自定义类类型（聚合体）的数据成员遍历（聚合体中存储数组这种情况不需要处理）。这需要打表，那么我们的要求是支持聚合体拥有 0 到 4 个数据成员的遍历。

### 要求运行结果

```
1
4
0 0 0 0
```

- 难度： ★ ★ ★ ★ ☆

提示：学习，boost::pfr。

## 11 `emplace_back()` 的问题

日期: 2023/8/20 出题人: jacky

思考: 以下代码为什么在 C++20 以下的版本中无法成功编译, 而在 C++20 及以后却可以?

---

```
1  #include <vector>
2
3  struct Pos {
4      int x;
5      int y;
6  };
7
8  int main(){
9      std::vector<Pos> vec;
10     vec.emplace_back(1, 5);
11 }
```

---

- 难度: ★★☆☆☆

提示: new, 聚合初始化。

## 12 实现 `make_vector()`

日期: 2023/8/28 出题人: jacky

请实现函数 `make_vector(...)`, 使以下代码编译通过 (C++20):

---

```
1  #include <cstdio>
2  #include <vector>
3
4  inline void dbg(const char* msg)
5  {
6      std::puts(msg);
7      std::fflush(stdout);
8  }
9
10 struct X {
```

```
11     X() noexcept
12     {
13         dbg("X()");
14     };
15
16     ~X() noexcept
17     {
18         dbg("~X()");
19     };
20
21     X(const X&)
22     {
23         dbg("X(const X&)");
24     }
25
26     X(X&&) noexcept
27     {
28         dbg("X(X&&)");
29     }
30 };
31
32 void test()
33 {
34     static_assert(requires {
35         {
36             make_vector(std::vector{1, 2, 3})
37         } -> std::same_as<std::vector<std::vector<int>>>>;
38         {
39             make_vector(1, 2, 3)
40         } -> std::same_as<std::vector<int>>>;
41         make_vector(1, 2, 3).size() == 3;
42     });
43     X    x1;
44     X    x2;
45     auto vec = make_vector(x1, std::move(x2));
46 }
47
```

```

48  int main()
49  {
50      test();
51      dbg("test end");
52  }

```

#### 要求运行结果

```

X()
X()
X(const X&)
X(X&&)
X(const X&)
X(const X&)
X()
X()
X()
X()
X()
X()
test end

```

● 难度： ★ ★ ★ ☆ ☆

提示： 重载决议

## 13 关于 `return std::move(expr)`

日期：2023/9/6 出题人：mq白

我们会给出三段使用到了 `return std::move(expr)` 代码。

解释说明这些代码是否有问题，问题在哪，或者没问题，那么为什么要这样使用。

1. 全局函数，返回局部对象，使用 `std::move`。

```

1      #include <iostream>
2
3      struct X{//后续代码不再重复X类
4          X() { puts("X()"); }

```

---

```
5      X(const X&) { puts("X(const X&)"); }
6      X(X&&)noexcept { puts("X(X&&)"); }
7      ~X() { puts("~X()"); }
8  };
9
10     X f(){
11         X x;
12         return std::move(x);
13     }
14
15     int main(){
16         X x = f();
17     }
```

---

2. 全局函数，返回局部的引用，使用 `std::move`。

---

```
1      X&& f(){
2          X x;
3          return std::move(x);
4      }
```

---

3. 类中成员函数，返回数据成员，使用 `std::move`。

---

```
1      struct Test {
2          X x;
3          X f() {
4              return std::move(x);
5          }
6      };
```

---

● 难度： ★ ★ ★ ☆ ☆

提示： `return` 重载决议。