**项目说明文档**

**数据结构课程设计**

**——约瑟夫游戏**

作 者 姓 名 林继申

学 号 2250758

指 导 教 师 张 颖

学 院 专 业 软件学院 软件工程



二〇二三 年 十 月 二十一 日

**目录**

[1 项目分析 1](#_Toc148776743)

[1.1 项目背景分析 1](#_Toc148776744)

[1.2 项目需求分析 1](#_Toc148776745)

[1.3 项目功能分析 1](#_Toc148776746)

[1.3.1 输入功能 2](#_Toc148776747)

[1.3.2 建立带表头结点的单循环链表功能 2](#_Toc148776748)

[1.3.3 游戏核心逻辑功能 2](#_Toc148776749)

[1.3.4 异常处理功能 2](#_Toc148776750)

[2 项目设计 2](#_Toc148776751)

[2.1 数据结构设计 2](#_Toc148776752)

[2.2 结构体与类设计 3](#_Toc148776753)

[2.2.1 MyCircLinkNode结构体的设计 3](#_Toc148776754)

[2.2.1.1 概述 3](#_Toc148776755)

[2.2.1.2 结构体定义 3](#_Toc148776756)

[2.2.1.3 数据成员 3](#_Toc148776757)

[2.2.1.4 构造函数 4](#_Toc148776758)

[2.2.2 MyCircList类的设计 4](#_Toc148776759)

[2.2.2.1 概述 4](#_Toc148776760)

[2.2.2.2 类定义 4](#_Toc148776761)

[2.2.2.3 私有数据成员 5](#_Toc148776762)

[2.2.2.4 构造函数 5](#_Toc148776763)

[2.2.2.5 析构函数 5](#_Toc148776764)

[2.2.2.6 公有成员函数 5](#_Toc148776765)

[2.2.2.7 运算符重载 6](#_Toc148776766)

[2.3 项目主体架构设计 6](#_Toc148776767)

[3 项目功能实现 7](#_Toc148776768)

[3.1 输入功能的实现 7](#_Toc148776769)

[3.1.1 输入功能实现思路 7](#_Toc148776770)

[3.1.2 输入功能核心代码 8](#_Toc148776771)

[3.1.3 输入功能示例 9](#_Toc148776772)

[3.2 建立带表头结点的单循环链表功能的实现 9](#_Toc148776773)

[3.2.1 建立带表头结点的单循环链表功能实现思路 9](#_Toc148776774)

[3.2.2 建立带表头结点的单循环链表功能核心代码 10](#_Toc148776775)

[3.2.3 建立带表头结点的单循环链表功能示例 10](#_Toc148776776)

[3.3 游戏核心逻辑功能的实现 11](#_Toc148776777)

[3.3.1 游戏核心逻辑功能实现思路 11](#_Toc148776778)

[3.3.2 游戏核心逻辑功能核心代码 12](#_Toc148776779)

[3.3.3 游戏核心逻辑功能示例 13](#_Toc148776780)

[3.4 异常处理功能的实现 14](#_Toc148776781)

[3.4.1 动态内存申请失败的异常处理 14](#_Toc148776782)

[3.4.2 MyCircList类的异常处理 14](#_Toc148776783)

[3.4.2.1 MyCircList类索引越界的异常处理 14](#_Toc148776784)

[3.4.2.2 MyCircList类自赋值的异常处理 14](#_Toc148776785)

[3.4.3 输入非法的异常处理 15](#_Toc148776786)

[4 项目测试 16](#_Toc148776787)

[4.1 输入功能测试 16](#_Toc148776788)

[4.1.1 输入总人数功能测试 16](#_Toc148776789)

[4.1.2 输入起始位置功能测试 17](#_Toc148776790)

[4.1.3 输入间隔人数功能测试 17](#_Toc148776791)

[4.1.4 输入剩余人数功能测试 18](#_Toc148776792)

[4.2 建立带表头结点的单循环链表功能测试 18](#_Toc148776793)

[4.3 游戏核心逻辑功能测试 18](#_Toc148776794)

[4.4 退出程序功能测试 19](#_Toc148776795)

[5 集成开发环境与编译运行环境 20](#_Toc148776796)

# 1 项目分析

## 1.1 项目背景分析

约瑟夫生者死者游戏的大意是：30个旅客同乘一条船，因为严重超载，加上风高浪大危险万分，因此船长告诉乘客，只有将全船一半的旅客投入海中，其余人才能幸免于难。无奈，大家只得统一这种方法，并议定30个人围成一圈，由第一个人开始，依次报数，数到第9人，便将他投入大海中，然后从他的下一个人数起，数到第9人，再将他投入大海，如此循环，直到剩下15个乘客为止。问哪些位置是将被扔下大海的位置。

本游戏的数学建模如下：N个人按顺序排成一个环形，依次顺序编号为1到N，从第S号开始，沿环顺序计数，每数到第M个人就将其淘汰，且从下一个人开始重新计数，重复这个过程，直到剩下K个人为止。

约瑟夫生者死者游戏是一个经典的数学问题，这个问题有着悠久的历史，引发了人们对数学、数据结构和算法的探讨。

## 1.2 项目需求分析

基于以上背景分析，本项目需要实现需求如下：

(1)实现约瑟夫生者死者游戏的核心逻辑，要求用户输入总人数、起始位置、间隔人数、剩余人数，并输出被淘汰人的位置和剩余人的位置；

(2)设计简单直观的控制台界面，使操作便捷、容易上手，适应不同用户的操作习惯；

(3)选择合适的数据结构，并且将所有人的序号作为一组数据存放在某种数据结构中；

(4)实现异常处理机制，确保系统稳定性和安全性，避免因用户输入错误导致系统崩溃或信息丢失。

## 1.3 项目功能分析

本项目旨在使用带表头结点的单循环链表的数据结构，实现约瑟夫生者死者游戏的核心逻辑。

本项目需要处理输入、建立带表头结点的单循环链表、游戏核心逻辑和异常处理等功能。

### 1.3.1 输入功能

允许用户输入以下游戏参数：

(1)总人数N；

(2)起始位置S；

(3)间隔人数M；

(4)剩余人数K。

这些输入参数将用于配置游戏的规则和开始模拟游戏过程。

### 1.3.2 建立带表头结点的单循环链表功能

在游戏开始前，需要建立一个带表头结点的单循环链表。该链表存储了所有人的序号（从1到N）。这个链表的特点是最后一个节点指向第一个节点，形成一个循环结构，以符合游戏的环形特性。

### 1.3.3 游戏核心逻辑功能

游戏核心逻辑是本项目的关键部分。在游戏进行过程中，程序会按照以下步骤进行：

(1)从指定的序号开始；

(2)沿着链表依次数M个人，然后将这个人从链表中删除；

(3)游戏继续，从下一个人开始重新计数，继续进行上述步骤，直到只剩下K个人。

### 1.3.4 异常处理功能

实现异常处理机制，处理用户可能输入的非法信息，确保系统的稳定性和安全性。

# 2 项目设计

## 2.1 数据结构设计

基于项目分析，在约瑟夫生者死者游戏中，需要管理每个人的序号，同时需要按照一定规则进行淘汰，直到达到剩余人数。

关于数据结构设计有以下两个要点：

(1)每个人都有一个唯一的序号（从1到N），这些序号需要以某种方式存储，以便程序能够按照指定规则删除某一个人；

(2)本游戏中的人是围成一圈的，因此数据结构需要反映这种循环性质，即最后一个人的下一个人即是第一个人。

基于上述分析，本项目选择带表头结点的单循环链表作为数据结构，带表头结点的单循环链表有如下优点：

(1)循环链表的节点结构非常适合处理这种循环游戏的场景。每个节点都包含一个人的序号，并且指向下一个节点，这使得按规则删除某一个人非常容易，只需调整指向节点的指针；

(2)循环链表自然地反映了游戏的循环性质，因为最后一个节点指向第一个节点，从而实现了人之间的环形关系；

(3)在循环链表中，删除节点的操作是非常高效的，因为只需修改指向节点的指针，而不需要大规模的数据移动；

(4)循环链表节点的结构直观地映射到游戏规则，使得代码更加容易理解和维护，这种数据结构设计有助于简化游戏的核心逻辑实现。

## 2.2 结构体与类设计

### 2.2.1 MyCircLinkNode结构体的设计

#### 2.2.1.1 概述

MyCircLinkNode结构体是一个用于构建循环链表节点的模板结构体。该结构体用于表示循环链表中的每个节点，其中包括节点存储的数据以及指向下一个节点的指针。经典的循环链表一般包括两个抽象数据类型（ADT）——链表结点类（CircLinkNode）与链表类（CircLinkList）。本项目希望链表结点类可以直接访问链表结点，所以使用struct而不是class描述链表结点类。

#### 2.2.1.2 结构体定义

struct MyCircLinkNode {

Type data;

MyCircLinkNode<Type>\* link;

MyCircLinkNode(MyCircLinkNode<Type>\* ptr = NULL) { data = 0, link = ptr; }

MyCircLinkNode(const Type& item, MyCircLinkNode<Type>\* ptr = NULL) { data = item; link = ptr; }

};

#### 2.2.1.3 数据成员

Type data：数据域，存储节点的数据

MyCircLinkNode<Type>\* link：指针域，指向下一个节点的指针

#### 2.2.1.4 构造函数

MyCircLinkNode(MyCircLinkNode<Type>\* ptr = NULL);

构造函数，初始化指针域。

MyCircLinkNode(const Type& item, MyCircLinkNode<Type>\* ptr = NULL);

构造函数，初始化数据域和指针域。

### 2.2.2 MyCircList类的设计

#### 2.2.2.1 概述

该通用模板类MyCircList用于表示单循环链表。此循环链表以附加的头节点作为起点，简化了操作和提高了效率。链表节点由MyCircLinkNode结构体表示，其中包含数据和指向下一个节点的指针。该循环链表提供了一系列基本操作函数，包括节点的插入、删除、查找、访问等，以及循环链表的构造和析构，满足了常见的循环链表操作需求。

#### 2.2.2.2 类定义

template <typename Type>

class MyCircList {

private:

MyCircLinkNode<Type>\* first;

MyCircLinkNode<Type>\* last;

public:

MyCircList();

MyCircList(const Type& item);

MyCircList(MyCircList<Type>& L);

~MyCircList();

void makeEmpty(void);

int getLength(void) const;

MyCircLinkNode<Type>\* getHead(void) const;

MyCircLinkNode<Type>\* getTail(void) const;

MyCircLinkNode<Type>\* search(Type item) const;

MyCircLinkNode<Type>\* locate(int i) const;

bool getData(int i, Type& item) const;

bool setData(int i, Type& item);

bool insert(int i, Type& item);

bool remove(int i, Type& item);

bool isEmpty(void) const;

void output(void) const;

MyCircList<Type>& operator=(MyCircList<Type> L);

};

#### 2.2.2.3 私有数据成员

MyCircLinkNode<Type>\* first：指向循环链表的第一个节点（头节点）的指针

MyCircLinkNode<Type>\* last：指向循环链表的最后一个节点的指针

#### 2.2.2.4 构造函数

MyCircList();

默认构造函数，创建一个空循环链表。

MyCircList(const Type& item);

转换构造函数，创建一个只包含一个元素的循环链表。

MyCircList(MyCircList<Type>& L);

复制构造函数，通过复制另一个链表创建新循环链表。

#### 2.2.2.5 析构函数

~MyCircList();

析构函数，释放循环链表的内存资源，包括所有节点的内存。

#### 2.2.2.6 公有成员函数

void makeEmpty(void);

清空循环链表，释放所有节点的内存。

int getLength(void) const;

获取循环链表中节点的个数。

MyCircLinkNode<Type>\* getHead(void) const;

获取循环链表头节点的指针。

MyCircLinkNode<Type>\* getTail(void) const;

获取循环链表尾节点的指针。

MyCircLinkNode<Type>\* search(Type item) const;

搜索循环链表中值为item的节点，返回该节点的指针，若不存在返回NULL。

MyCircLinkNode<Type>\* locate(int i) const;

返回循环链表中第i个节点的指针，若i超出循环链表长度或小于0，则返回NULL。

bool getData(int i, Type& item) const;

获取循环链表中第i个节点的数据，并通过引用返回。返回值为操作是否成功。

bool setData(int i, Type& item);

设置循环链表中第i个节点的数据。返回值为操作是否成功。

bool insert(int i, Type& item);

在循环链表中第i个节点后插入新节点。返回值为操作是否成功。

bool remove(int i, Type& item);

删除循环链表中第i个节点，并通过引用返回其数据。返回值为操作是否成功。

bool isEmpty(void) const;

检查循环链表是否为空。

void output(void) const;

输出循环链表中所有节点的数据。

#### 2.2.2.7 运算符重载

MyCircList<Type>& operator=(MyCircList<Type> L);

重载赋值运算符，用于将一个循环链表赋值给另一个循环链表。

## 2.3 项目主体架构设计



图2.3.1 项目主体架构设计流程图

项目主体架构设计为：

(1)输出提示信息，并要求用户输入四个参数：总人数(N)、起始位置(S)、间隔人数(M)、剩余人数(K)；

(2)创建一个动态分配的整数数组order用于所有人的初始序号；

(3)在游戏开始前，建立一个带表头结点的单循环链表；

(4)执行游戏的核心逻辑功能；

(5)游戏结束后，输出游戏结束的信息，包括剩余人数和剩余人员的位置。

# 3 项目功能实现

## 3.1 输入功能的实现

### 3.1.1 输入功能实现思路

输入功能的实现思路为：

(1)输入总人数N，N为正整数，范围在1至INT\_MAX（2147483647）之间，小于1数据无意义，大于INT\_MAX（2147483647）超过int类型所能存储的最大数据；

(2)输入起始位置S，S为正整数，范围在1至N之间，小于1数据无意义，大于N数据无意义；

(3)输入间隔人数M，M为正整数，范围在1至INT\_MAX（2147483647）之间，小于1数据无意义，大于INT\_MAX（2147483647）超过int类型所能存储的最大数据；

(4)输入剩余人数K，K为正整数，范围在1至N-1之间。小于1数据无意义，大于N-1则全部人员都剩余，无意义；

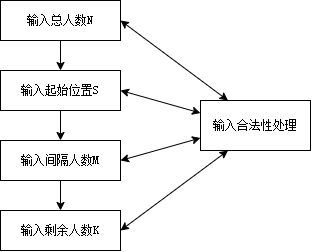


图3.1.1.1 输入功能实现流程图

输入完成后，首先分配和初始化一个整数数组。代码使用new(std::nothrow)动态分配了一个整数数组，用于存储每个人的序号。每个人的序号在这个数组中按顺序存储，从1开始递增，依次为1，2，3，…，N。

之后代码计算了一个叫做numDigits的变量，该变量用于格式化输出。计算的方式是通过减去剩余人数K从总人数N中得到一个数字num，然后通过不断地将num除10并增加numDigits的方式来确定num的位数。这是为了确保输出格式的对齐性，以便输出淘汰的人的位置。

### 3.1.2 输入功能核心代码

/\* Input \*/

printPrompt();

std::cout << ">>> 请输入总人数、起始位置、间隔人数、剩余人数" << std::endl << std::endl;

int N = inputInteger(1, INT\_MAX, "总人数 N ");

std::cout << std::endl;

int S = inputInteger(1, N, "起始位置 S ");

std::cout << std::endl;

int M = inputInteger(1, INT\_MAX, "间隔人数 M ");

std::cout << std::endl;

int K = inputInteger(0, N - 1, "剩余人数 K ");

/\* Save the order number of each person \*/

int\* order = new(std::nothrow) int[N];

if (order == NULL) {

std::cerr << "Error: Memory allocation failed." << std::endl;

exit(MEMORY\_ALLOCATION\_ERROR);

}

for (int count = 0; count < N; count++)

order[count] = count + 1;

/\* Calculate the number of eliminated people's digits for formatting output \*/

int numDigits = 0, num = N - K;

while (num != 0) {

num /= 10;

numDigits++;

}

### 3.1.3 输入功能示例

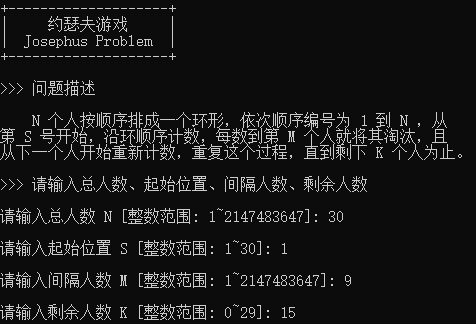


图3.1.3.1 输入功能示例

## 3.2 建立带表头结点的单循环链表功能的实现

### 3.2.1 建立带表头结点的单循环链表功能实现思路

建立带表头结点的单循环链表功能的实现思路为：

(1)构造函数主要用于创建一个空的循环链表，初始化表头结点。在构造函数中，首先分配内存以创建表头结点（first），然后将first的link指针指向自己，以表示一个空链表。同时，last指针也指向first，以方便后续的插入操作；

(2)insert函数用于在链表中插入新节点。对于带有表头结点的单循环链表，插入节点的操作与普通单链表类似，但需要特别处理尾部节点（last），具体步骤如下：

①首先，使用locate函数找到要插入的位置，即第i个节点的前一个节点，或者如果i=0，则表示在表头插入；

②创建新节点，并将数据赋给新节点；

③将新节点的link指针指向当前位置节点（前一个节点）的link，以保持链表的连续性；

④更新当前位置节点（前一个节点）的link，使其指向新节点，完成插入操作；

⑤如果插入操作发生在尾部（即在last之后插入），需要更新last指针，将其指向新节点，以确保链表仍然是循环的。

通过构造函数和insert函数的协同作用，带有表头结点的单循环链表得以创建。

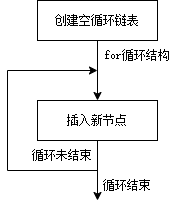


图3.2.1.1 建立带表头结点的单循环链表功能实现流程图

### 3.2.2 建立带表头结点的单循环链表功能核心代码

/\* Initialize a circular linked list \*/

MyCircList<int> circList;

for (int count = 0; count < N; count++)

circList.insert(count, order[count]);

### 3.2.3 建立带表头结点的单循环链表功能示例

在上述建立带表头结点的单循环链表功能核心代码后插入语句system("pause")，在Microsoft Visual Studio 2022中使用调试工具在第483行（见图3.2.3.1）设置断点，并开始调试。

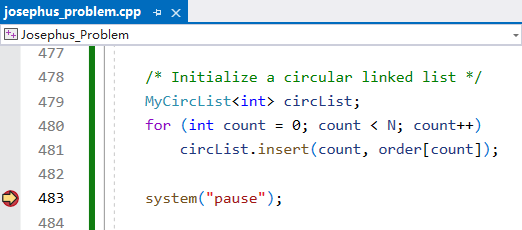


图3.2.3.1 使用调试工具设置断点并开始调试

在“自动窗口”中，可以查看到对象circList中头指针和尾指针的地址和其所指向的值，观察发现first和last指针指向下一节点的link指针和其所指向的值呈现循环结构，即带表头结点的单循环链表建立成功。

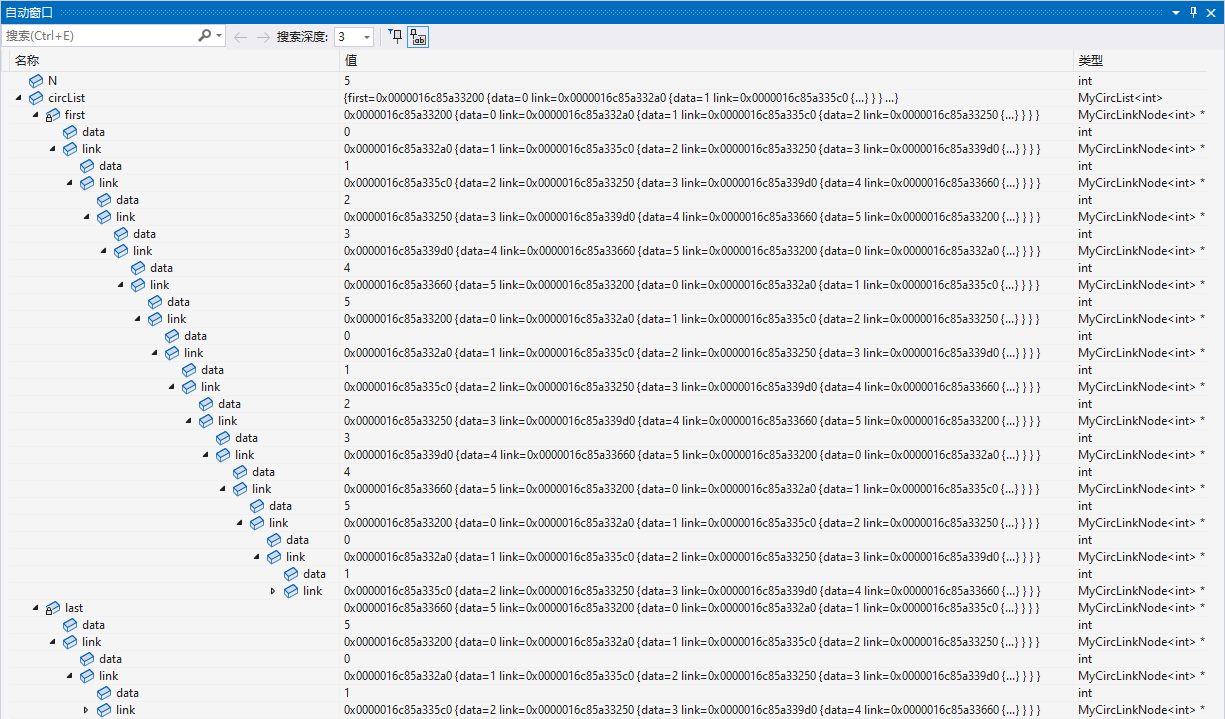


图3.2.3.2 建立带表头结点的单循环链表功能示例

## 3.3 游戏核心逻辑功能的实现

### 3.3.1 游戏核心逻辑功能实现思路

游戏核心逻辑功能的实现思路为：

(1)初始化游戏参数和数据结构：remaining表示剩余参与游戏的人数，初始值为总人数N。currentPos表示当前游戏的位置，初始值为起始位置S。currentNode是一个指针，用于表示当前游戏的位置节点。通过circList.locate(currentPos)找到初始的位置节点；

(2)输出游戏开始的提示信息；

(3)进入循环，只有当剩余人数大于剩余人数目标K时才进行游戏，这个循环负责一轮游戏，即按照间隔M逐个淘汰人；

(4)在游戏的每一轮中，进行如下步骤：

①使用for循环，计数变量为count，从1开始循环计数。如果count小于间隔M，继续向前移动；

②将当前位置节点currentNode向后移动，即指向下一个位置。如果当前位置节点已经是链表的尾部，它将绕回到链表的头部；

③更新当前位置currentPos，以确保它仍在合法范围内。如果当前位置超出了剩余人数范围，它会回绕到1；

④再次将当前位置节点currentNode向后移动一个位置，即指向下一个要淘汰的人；

⑤调用链表的remove函数，将当前位置的人从链表中移除，并将其位置存储在eliminated中；

⑥输出当前轮游戏淘汰的人的位置，并将remaining减一以表示剩余人数；

(5)输出游戏结束的提示信息，显示剩余人数；

(6)如果游戏结束后还有剩余人，输出剩余人的位置；

(7)释放动态分配的内存。



图3.3.1.1 游戏核心逻辑功能实现流程图

### 3.3.2 游戏核心逻辑功能核心代码

/\* Perform Josephus problem \*/

int remaining = N, currentPos = S, eliminated;

MyCircLinkNode<int>\* currentNode = circList.locate(currentPos);

std::cout << std::endl << ">>> 游戏开始" << std::endl << std::endl;

while (remaining > K) {

for (int count = 1; count < M; count++) {

currentNode = currentNode->link;

if (currentNode == circList.getHead())

count--;

}

currentPos = (currentPos + M - 1) % remaining;

if (currentPos == 0)

currentPos = remaining;

currentNode = currentNode->link;

if (currentNode == circList.getHead())

currentNode = currentNode->link;

circList.remove(currentPos, eliminated);

std::cout << "第 " << std::setw(numDigits) << N - (--remaining) << " 个淘汰的人的位置: " << eliminated << std::endl;

}

std::cout << std::endl << ">>> 游戏结束（剩余人数: " << remaining << "）" << std::endl << std::endl;

if (remaining > 0) {

std::cout << "剩余人的位置为: ";

circList.output();

std::cout << std::endl << std::endl;

}

/\* Free dynamic memory \*/

delete[] order;

### 3.3.3 游戏核心逻辑功能示例

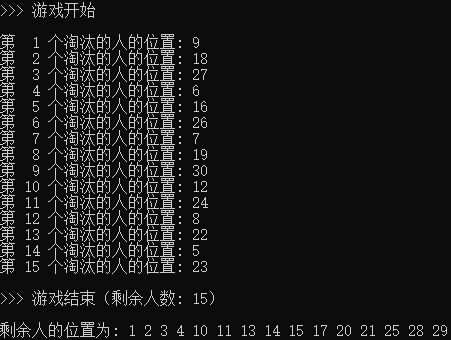


图3.3.3.1 游戏核心逻辑功能示例

## 3.4 异常处理功能的实现

### 3.4.1 动态内存申请失败的异常处理

在进行MyCircLinkNode类等的动态内存申请时，程序使用new(std::nothrow)来尝试分配内存。new(std::nothrow)在分配内存失败时不会引发异常，而是返回一个空指针（NULL或nullptr），代码检查指针是否为空指针，如果为空指针，意味着内存分配失败，这时程序将执行以下操作：

(1)向标准错误流std::cerr输出一条错误消息"Error: Memory allocation failed."，指出内存分配失败；

(2)调用exit函数，返回错误码MEMORY\_ALLOCATION\_ERROR（通过宏定义方式定义为-1），用于指示内存分配错误，并导致程序退出。

下面是动态内存申请的异常处理的一个代码示例：

template <typename Type>

MyCircList<Type>::MyCircList()

{

first = new(std::nothrow) MyCircLinkNode<Type>;

if (first == NULL) {

std::cerr << "Error: Memory allocation failed." << std::endl;

exit(MEMORY\_ALLOCATION\_ERROR);

}

first->link = first;

last = first;

}

### 3.4.2 MyCircList类的异常处理

#### 3.4.2.1 MyCircList类索引越界的异常处理

在调用MyCircList类的getData，setData，insert，remove等成员函数时，程序会检查传入的索引参数i进行检查。若索引越界，函数返回false，表示操作失败（索引无效）。

在调用MyCircList类的locate函数时，程序会检查传入的索引参数i进行检查。若索引越界，函数返回NULL，表示操作失败（索引无效）。

#### 3.4.2.2 MyCircList类自赋值的异常处理

MyCircList类重载了赋值运算符，用于将一个循环链表赋值给另一个循环链表。自赋值是一种常见的错误操作，可能导致资源泄漏和其他问题，该运算符重载函数对自赋值（将循环链表赋值给自身）的情况进行了处理。

程序会检查this指针和传入的L循环链表对象是否相同，如果this指针与L相同，表示自赋值操作，为了防止自赋值，运算符重载函数不会执行赋值操作，而是直接返回当前对象的引用\*this。这个错误处理机制确保了当尝试将循环链表赋值给自身时，不会导致资源泄漏或其他问题。

### 3.4.3 输入非法的异常处理

程序通过调用inputInteger函数输入总人数、起始位置、间隔人数、剩余人数。

inputInteger函数用于获取用户输入的整数，同时限制输入必须在指定的范围内，函数的代码如下：

int inputInteger(int lowerLimit, int upperLimit, const char\* prompt)

{

while (true) {

std::cout << "请输入" << prompt << "[整数范围: " << lowerLimit << "~" << upperLimit << "]: ";

double tempInput;

std::cin >> tempInput;

if (std::cin.good() && tempInput == static\_cast<int>(tempInput) && tempInput >= lowerLimit && tempInput <= upperLimit) {

std::cin.clear();

std::cin.ignore(std::numeric\_limits<std::streamsize>::max(), '\n');

return static\_cast<int>(tempInput);

}

else {

std::cerr << std::endl << ">>> " << prompt << "输入不合法，请重新输入" << prompt << "！" << std::endl << std::endl;

std::cin.clear();

std::cin.ignore(std::numeric\_limits<std::streamsize>::max(), '\n');

}

}

}

inputInteger函数对输入非法的情况进行了处理，代码具体执行逻辑如下：

(1)进入一个无限循环，它会一直运行直到用户提供有效的输入；

(2)用户的输入被读取到tempInput变量中，这里采用double类型来接收输入以便后续检查；

(3)进行输入验证：std::cin.good()检查输入流的状态是否正常，确保没有发生数据类型输入错误，tempInput==static\_cast<int>(tempInput)检查用户输入是否为整数，通过将其转换为整数再比较，tempInput>=lowerLimit和tempInput<=upperLimit确保输入在指定的范围内；

(4)合法输入处理：如果用户提供了合法的输入，函数会清除输入流的错误状态，丢弃输入缓冲区中的任何剩余内容，然后返回转换后的整数值；

(5)非法输入处理：如果用户提供的输入不合法，函数会输出错误消息，清除输入流的错误状态，丢弃输入缓冲区中的内容，并继续循环以等待用户提供合法的输入。

# 4 项目测试

## 4.1 输入功能测试

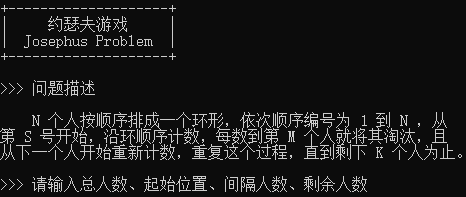


图4.1.1 输入功能测试

### 4.1.1 输入总人数功能测试

分别输入超过上下限的整数、浮点数、字符、字符串，可以验证程序对输入非法的情况进行了处理。

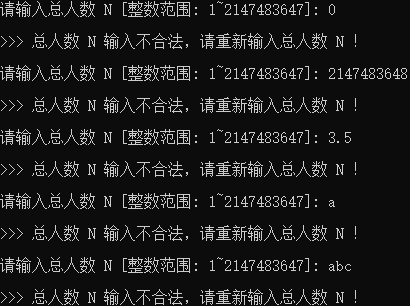


图4.1.1.1 输入总人数功能测试

当输入合法时，程序继续运行。

### 4.1.2 输入起始位置功能测试

分别输入超过上下限的整数、浮点数、字符、字符串，可以验证程序对输入非法的情况进行了处理。

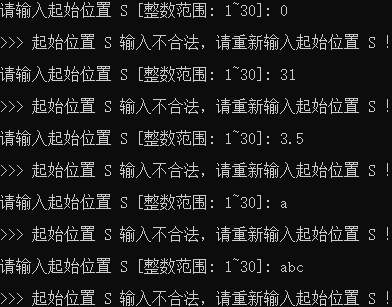


图4.1.2.1 输入起始位置功能测试

当输入合法时，程序继续运行。

### 4.1.3 输入间隔人数功能测试

分别输入超过上下限的整数、浮点数、字符、字符串，可以验证程序对输入非法的情况进行了处理。

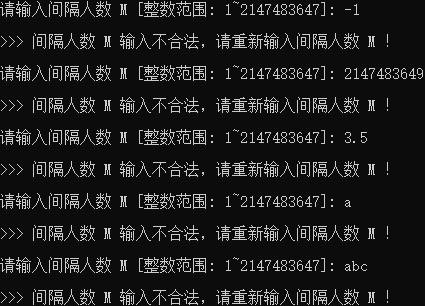


图4.1.3.1 输入间隔人数功能测试

当输入合法时，程序继续运行。

### 4.1.4 输入剩余人数功能测试

分别输入超过上下限的整数、浮点数、字符、字符串，可以验证程序对输入非法的情况进行了处理。

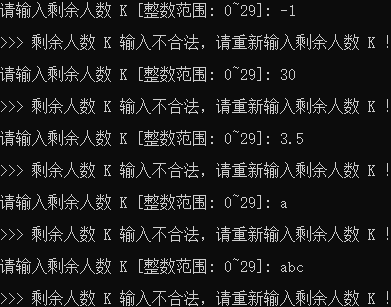


图4.1.4.1 输入剩余人数功能测试

当输入合法时，程序继续运行。

## 4.2 建立带表头结点的单循环链表功能测试

建立带表头结点的单循环链表功能测试可以通过在Microsoft Visual Studio 2022中使用调试工具设置断点并开始调试的方法进行测试（见图3.2.3.1）。

在“自动窗口”中，可以查看到对象circList中头指针和尾指针的地址和其所指向的值，观察发现first和last指针指向下一节点的link指针和其所指向的值呈现循环结构，即带表头结点的单循环链表建立成功（见图3.2.3.2）。

## 4.3 游戏核心逻辑功能测试

游戏核心逻辑为：N个人按顺序排成一个环形，依次顺序编号为1到N，从第S号开始，沿环顺序计数，每数到第M个人就将其淘汰，且从下一个人开始重新计数，重复这个过程，直到剩下K个人为止。

在游戏进行过程中，程序会按照这样的核心逻辑进行：

(1)从指定的序号开始；

(2)沿着链表依次数M个人，然后将这个人从链表中删除；

(3)游戏继续，从下一个人开始重新计数，继续进行上述步骤，直到只剩下K个人。

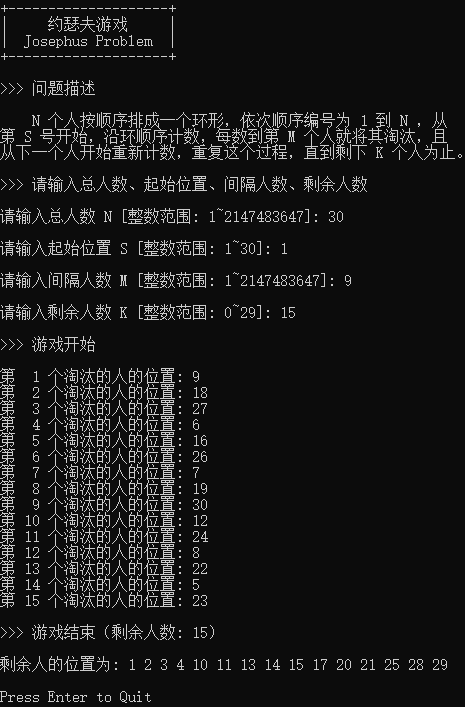


图4.3.1 游戏核心逻辑功能测试

## 4.4 退出程序功能测试

为避免直接运行可执行文件在输入完成后会发生闪退的情况，本程序使用如下代码，创建了一个无限循环，等待用户按下回车键，以便退出程序。避免结果输出结束后程序迅速退出的情况。

/\* Wait for enter to quit \*/

std::cout << "Press Enter to Quit" << std::endl;

while (\_getch() != '\r')

continue;

# 5 集成开发环境与编译运行环境

集成开发环境：Microsoft Visual Studio 2022 (Debug模式)

编译运行环境：本项目适用于x86架构和x64架构