目 录

公交线路图的构建和查询

计算机科学与技术学院 计算机 1805 班 夏红杰

【摘要】2020 年是我们国家全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之际，随着人们生活水平的提高，出行工作、旅游等成为每日常态，而高铁、公交、地铁等公共交通设施更是最佳选择，然而城市公交、地铁等建设庞大复杂，人们急需一个便捷的方式找到最佳路线，公交系统应运而生，方便人们查询公交路线。本文介绍用 C 语言实现简易城市公交管理系统的原理及思想，能够实现基本查询、增加、删除、修改功能。

【关键字】 公交管理系统　数据结构　图

一、 系统界面及功能介绍

（1）系统界面

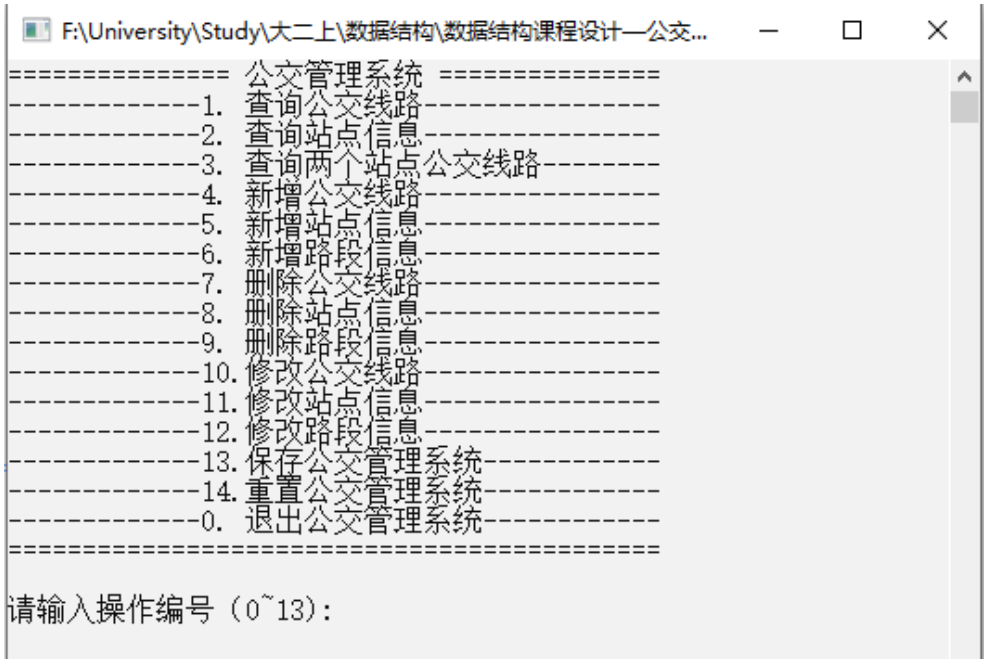


图 1-1 公交管理系统界面

本公交管理系统界面显示功能选择编号，根据用户输入编号进行不同功能：

1-3 均为查询功能，查询相关公交线路、站点、线路信息

4-6 均为添加功能，添加公交线路、站点、路段信息

7-9 均为删除功能，删除公交线路、站点、路段信息

10-12 均为修改功能，修改公交线路、站点、路段信息

13 为保存功能，保存用户进行增删改操作后的数据，并提示用户重启系统

14 为重置功能，重置公交管理系统所有数据

0 为退出公交管理系统，并提示用户是否保存修改数据

（2）程序结构

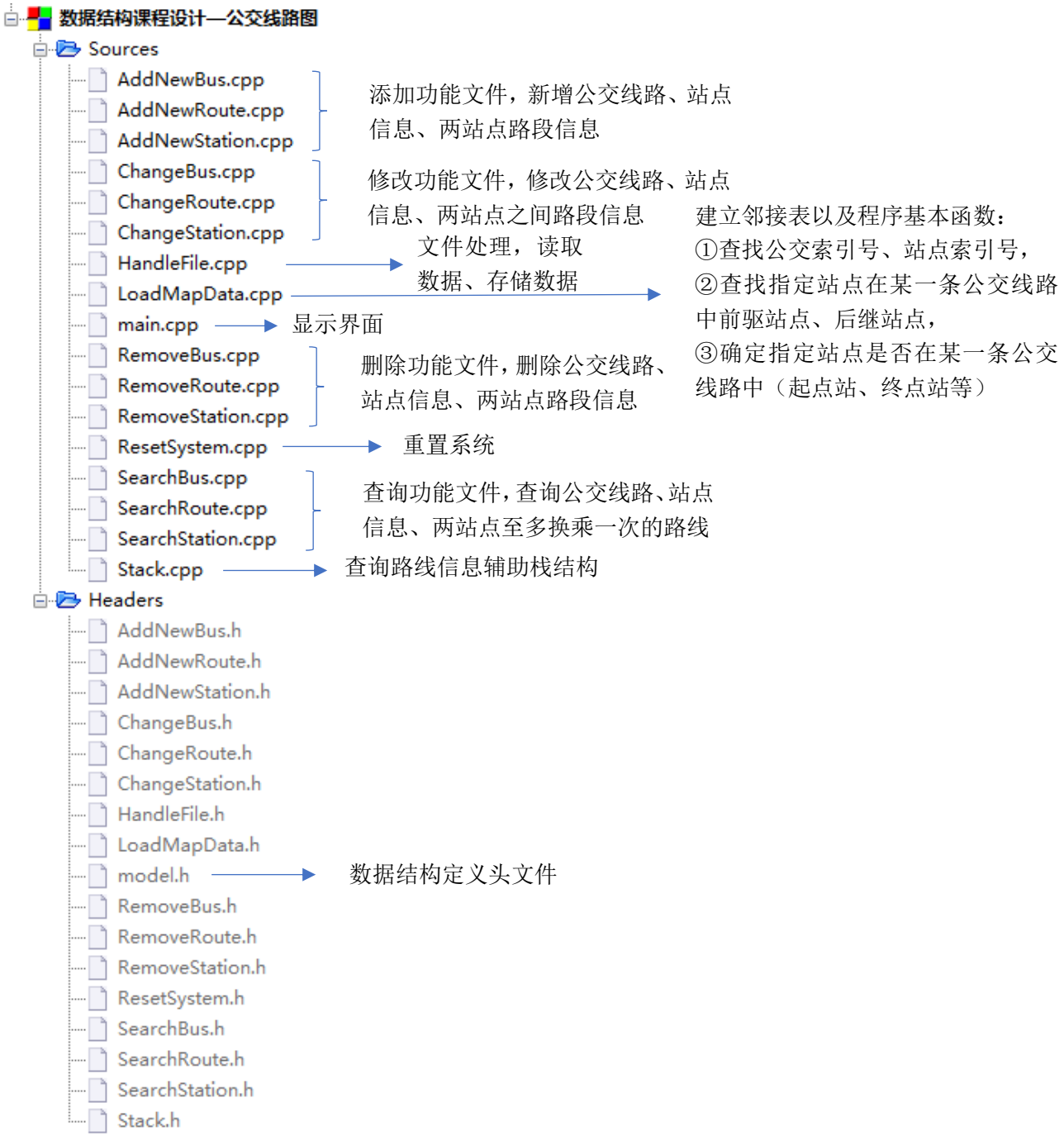


图 1-2 公交管理系统程序结构图

二、数据格式

用三个 txt 文本存储数据，buses.txt 文件存储公交信息，stations.txt 文件存储站点信息，routes.txt 文件存储路段信息。

1.buses.txt 文件每一行为一条公交线路信息，每条公交线路信息的记录格式为：①公交线路编号(nBus) ②公交线路名称（busName） ③公交线路起点站（busStart） ④公交线路终点站（busEnd），文件格式与示例如下：

公交线路 1 编号	公交线路 1 名称	公交线路 1 起点站	公交线路 1 终点站
公交线路 1 编号	公交线路 1 名称	公交线路 1 起点站	公交线路 1 终点站
……	……	……	……

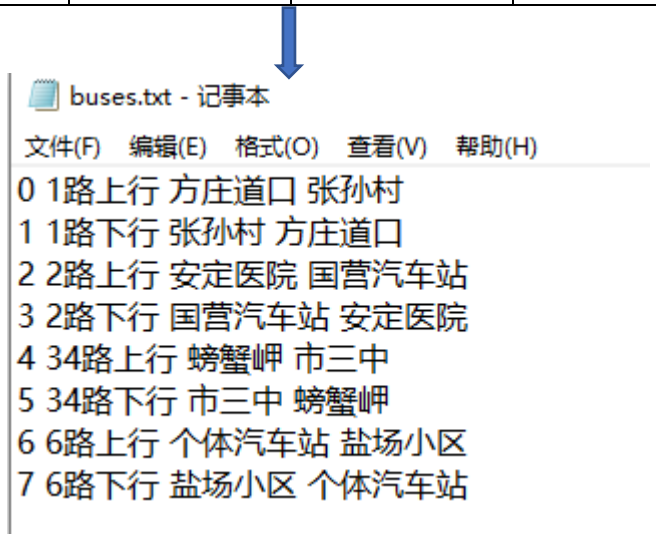


图 2-1 buses.txt 文件

2.stations.txt 文件中，每一行记录为一个站点信息。格式为：“站点编号（nStation） 站点名称（stationName）”。（每个字段使用空格符分隔）。

站点 1 编号	站点 1 名称
站点 2 编号	站点 2 名称
……	……

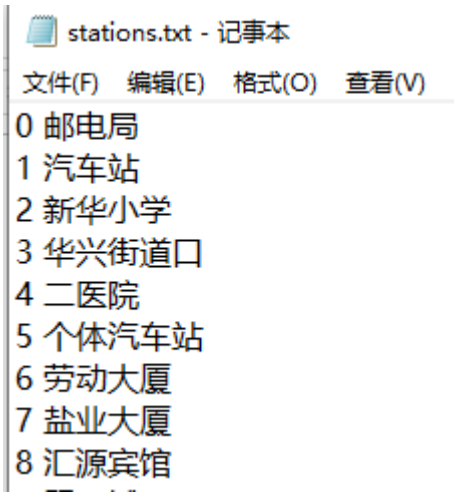


图 2-2 stations.txt 文件

3.routes.txt 文件中，每一行记录为一个路段信息，表示两站点直接有公交线路经过。格式为:“公交线路编号（nBus），路段出发站点编号（nStart），路段目标站点编号（nEnd），两站点之间距离（distance)”。(每个字段使用“,”分隔)。

路段 1 公交线路编号	路段 1 出发站点编号	路段 1 目标站点编号	路段 1 两站点之间距离
路段 2 公交线路编号	路段 2 出发站点编号	路段 2 目标站点编号	路段 2 两站点之间距离
……	……	……	……

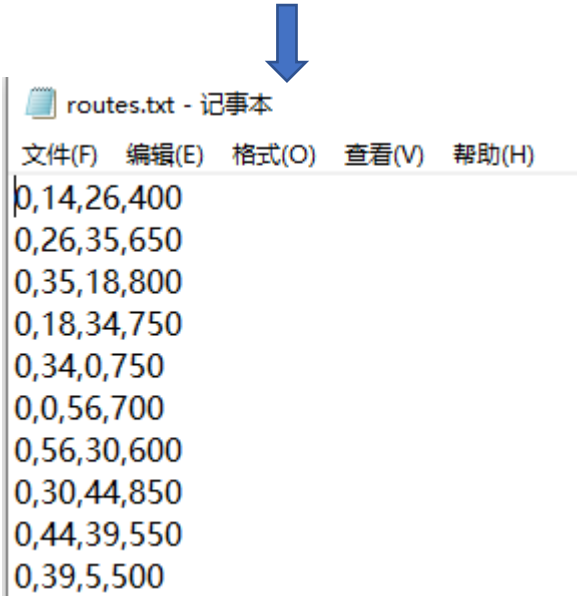


图 2-3 routes.txt 文件

三、数据类型

本系统整个公交线路图以邻接表为存储方式。

① 整个公交线路图数据结构为 BusMap，包括公交线路数组（buses)、站点数组（stations)、站点数（station_num)、公交线路数（bus_num)。

② 公交数据结构为 Bus，包括公交名（name)，起点站（start)，终点站（end)。

③ 站点数组为邻接表表头结点数组，站点数据结构为 Station，包括站点名（station)，从该站点出发的所有下行路线的链域（routes)。

④ 邻接表节点为路段，路段数据结构为 Route，包括指向的站点索引号

（station），公交索引号（bus），两站点之间的距离（distance），起始站点相同的下一条下行路线（next）以及遍历路径时辅助变量 status。

在工程中，数据结构的定义位于 model.h 头文件中：

```
typedef struct Bus
{
    char *name;//公交名
    int start;//起点站
    int end;//终点站
}Bus;

typedef struct Station
{
    char *station;//站点名
    struct Route *routes;//从该站点出发的所有下行路线的链域
}Station;

typedef struct Route
{
    int station;//指向的站点索引号
    int bus;//公交索引号
    int distance;//两站点之间的距离
    struct Route *next;//起始站点相同的下一条下行路线
    int staus=0;//寻找路径时，若该 route 两站点均不在遍历的栈结构中，则为 0
}Route;

typedef struct BusMap
{
    Bus *buses;//公交线路数组
    Station *stations;//站点数组
    int station_num;//站点数
    int bus_num;//公交线路数
}BusMap;
```

本系统初始公交线路邻接表如下：

```
0 邮电局 ->(34)市医院[1路下行][750] ->(56)北环路[1路上行][700]
1 汽车站 ->(9)贸易城[2路下行][550] ->(13)交通局[2路上行][680]
2 新华小学 ->(35)安定医院[2路下行][1800] ->(15)海景花园[2路上行][700]
3 华兴街道口 ->(21)胡庄子[2路下行][550] ->(9)贸易城[2路上行][720]
4 二医院 ->(5)个体汽车站[6路下行][500] ->(7)盐业大厦[6路上行][800]
5 个体汽车站 ->(4)二医院[6路上行][500] ->(39)国营汽车站[1路下行][500] ->(40)模具城[1路上行][900]
6 劳动大厦 ->(28)联通大厦[2路下行][860] ->(16)南王曼[2路上行][800]
7 盐业大厦 ->(4)二医院[6路下行][800] ->(8)汇源宾馆[6路上行][300]
8 汇源宾馆 ->(7)盐业大厦[6路下行][300] ->(11)建材市场[6路上行][600]
9 贸易城 ->(3)华兴街道口[2路下行][720] ->(1)汽车站[2路上行][550]
10 供销大厦 ->(13)交通局[2路下行][700] ->(28)联通大厦[2路上行][1200]
11 建材市场 ->(8)汇源宾馆[6路下行][600] ->(12)驾校[6路上行][800]
12 驾校 ->(11)建材市场[6路下行][800] ->(17)广信宁园[6路上行][900]
13 交通局 ->(1)汽车站[2路下行][680] ->(10)供销大厦[2路上行][700]
14 方庄道口 ->(26)镇中学[1路上行][400]
15 海景花园 ->(2)新华小学[2路下行][700] ->(36)螃蟹岬[2路上行][600]
16 南王曼 ->(6)劳动大厦[2路下行][800] ->(39)国营汽车站[2路上行][700]
17 广信宁园 ->(12)驾校[6路下行][900] ->(19)实验小学[6路上行][1000]
18 镇政府 ->(35)安定医院[1路下行][800] ->(34)市医院[1路上行][750]
19 实验小学 ->(17)广信宁园[6路下行][1000] ->(20)公园[6路上行][800]
20 公园 ->(19)实验小学[6路下行][800] ->(22)供销花园[6路上行][700]
21 胡庄子 ->(36)螃蟹岬[2路下行][650] ->(3)华兴街道口[2路上行][550]
22 供销花园 ->(20)公园[6路下行][700] ->(23)市三中[6路上行][700]
23 市三中 ->(22)供销花园[6路下行][700] ->(24)广电局[6路上行][800] ->(59)武汉科技大学[34路下行][850]
24 广电局 ->(23)市三中[6路下行][800] ->(27)小肥羊[6路上行][750]
25 博爱医院 ->(40)模具城[1路下行][600] ->(50)开发区[1路上行][400]
26 镇中学 ->(14)方庄道口[1路下行][400] ->(35)安定医院[1路上行][650]
27 小肥羊 ->(24)广电局[6路下行][750] ->(29)盐场新区[6路上行][750]
28 联通大厦 ->(10)供销大厦[2路下行][1200] ->(6)劳动大厦[2路上行][860]
29 盐场新区 ->(27)小肥羊[6路下行][750] ->(32)市中医院[6路上行][800]
30 土产公司 ->(56)北环路[1路下行][600] ->(44)市二中[1路上行][850]
31 南环路 ->(32)市中医院[6路下行][900] ->(33)盐场小区[6路上行][700]
32 市中医院 ->(29)盐场新区[6路下行][800] ->(31)南环路[6路上行][900]
33 盐场小区 ->(31)南环路[6路下行][700]
34 市医院 ->(18)镇政府[1路下行][750] ->(0)邮电局[1路上行][750]
35 安定医院 ->(2)新华小学[2路上行][1800] ->(26)镇中学[1路下行][650] ->(18)镇政府[1路上行][800]
36 螃蟹岬 ->(37)小东门[34路上行][400] ->(15)海景花园[2路下行][600] ->(21)胡庄子[2路上行][650]
37 小东门 ->(36)螃蟹岬[34路下行][400] ->(38)大东门[34路上行][450]
38 大东门 ->(37)小东门[34路下行][450] ->(41)武昌火车站[34路上行][780]
39 国营汽车站 ->(16)南王曼[2路下行][700] ->(44)市二中[1路下行][550] ->(5)个体汽车站[1路上行][500]
40 模具城 ->(5)个体汽车站[1路下行][900] ->(25)博爱医院[1路上行][600]
41 武昌火车站 ->(38)大东门[34路下行][780] ->(42)栅栏口[34路上行][600]
42 栅栏口 ->(41)武昌火车站[34路下行][600] ->(43)武泰闸[34路上行][750]
43 武泰闸 ->(42)栅栏口[34路下行][750] ->(45)江民路[34路上行][800]
44 市二中 ->(30)土产公司[1路下行][850] ->(39)国营汽车站[1路上行][550]
45 江民路 ->(43)武泰闸[34路下行][800] ->(46)烽火村[34路上行][600]
46 烽火村 ->(45)江民路[34路下行][600] ->(47)余家湾[34路上行][750]
47 余家湾 ->(46)烽火村[34路下行][750] ->(48)乔木湾[34路上行][500]
48 乔木湾 ->(47)余家湾[34路下行][500] ->(49)八坦路[34路上行][800]
49 八坦路 ->(48)乔木湾[34路下行][800] ->(51)张家湾[34路上行][750]
50 开发区 ->(25)博爱医院[1路下行][400] ->(55)张孙村[1路上行][900]
51 张家湾 ->(49)八坦路[34路下行][750] ->(52)青菱乡[34路上行][680]
52 青菱乡 ->(51)张家湾[34路下行][680] ->(53)罗家村[34路上行][740]
53 罗家村 ->(52)青菱乡[34路下行][740] ->(54)凌吴墩[34路上行][800]
54 凌吴墩 ->(53)罗家村[34路下行][800] ->(57)农产品市场[34路上行][700]
55 张孙村 ->(50)开发区[1路下行][900]
56 北环路 ->(0)邮电局[1路下行][700] ->(30)土产公司[1路上行][600]
57 农产品市场 ->(54)凌吴墩[34路下行][700] ->(58)黄家湖西路[34路上行][800]
58 黄家湖西路 ->(57)农产品市场[34路下行][800] ->(59)武汉科技大学[34路上行][900]
59 武汉科技大学 ->(58)黄家湖西路[34路下行][900] ->(23)市三中[34路上行][850]
```

图 3-1 公交线路图邻接表

本系统初始公交线路图如下：

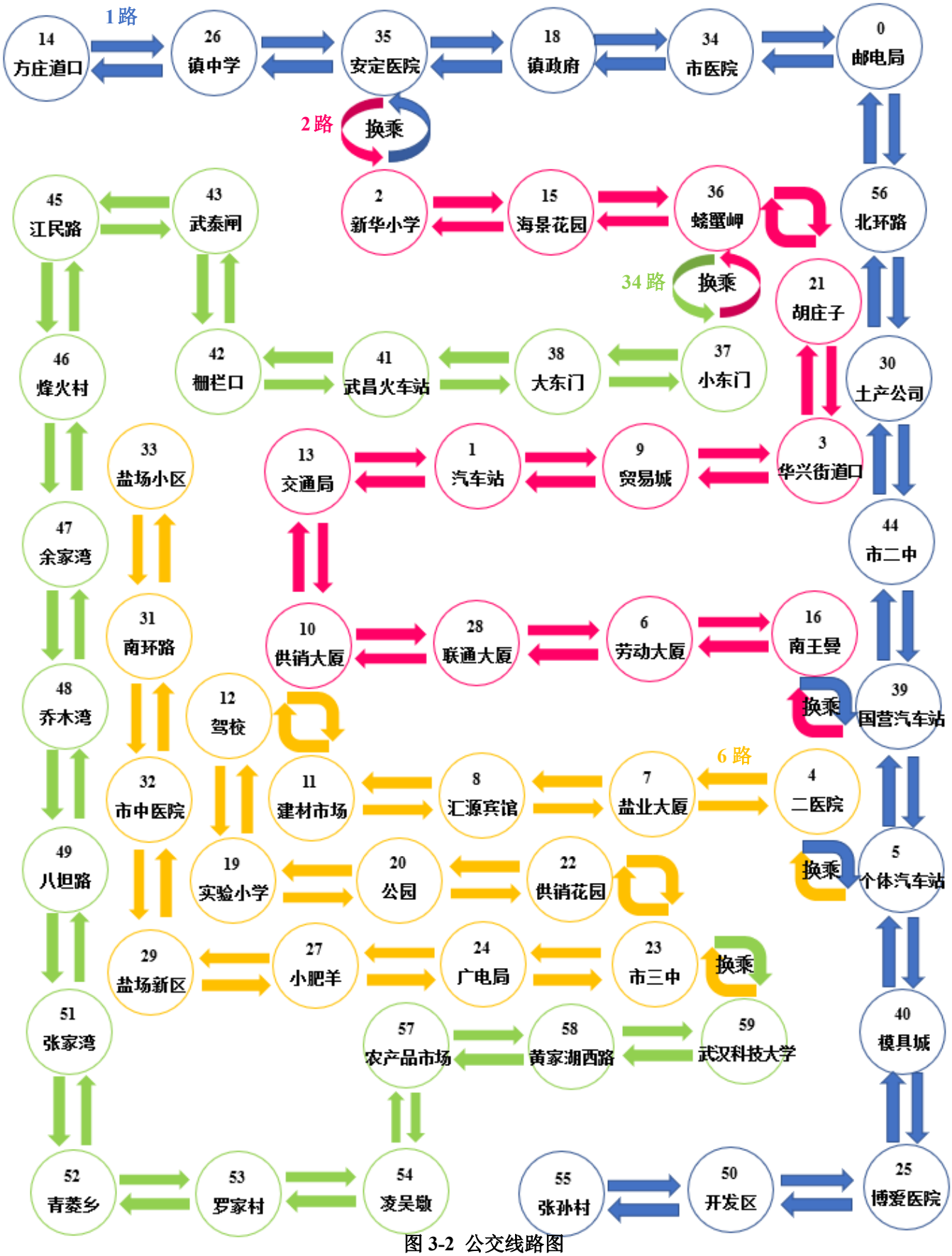


图 3-2 公交线路图

四、测试使用的数据

为了便于更好的理解程序的运行过程，本系统测试数据为：

1. 公交线路：共设置八条公交线路，分别为：

0 1 路上行：从［方庄道口］开往［张孙村］，共经过 15 个站点

1 1 路下行：从［张孙村］开往［方庄道口］，共经过 15 个站点

2 2 路上行：从［安定医院］开往［国营汽车站］，共经过 14 个站点

3 2 路下行：从［国营汽车站］开往［安定医院］，共经过 14 个站点

4 34 路上行：从［螃蟹岬］开往［市三中］，共经过 19 个站点

5 34 路下行：从［市三中］开往［螃蟹岬］，共经过 19 个站点

6 6 路上行：从［个体汽车站］开往［盐厂小区］，共经过 17 个站点

7 6 路下行：从［盐厂小区］开往［个体汽车站］，共经过 17 个站点

2.站点：共设置 60 个站点，分别为：

邮电局，汽车站，新华小学，华兴街道口，二医院，

个体汽车站，劳动大厦，盐业大厦，汇源宾馆，贸易城，

供销大厦，建材市场，驾校，交通局，方庄道口，

海景花园，南王曼，广信宁园，镇政府，实验小学，

公园，胡庄子，供销花园，市三中，广电局，

博爱医院，镇中学，小肥羊，联通大厦，盐场新区，

土产公司，南环路，市中医院，盐场小区，市医院，

安定医院，螃蟹岬，小东门，大东门，国营汽车站，

模具城，武昌火车站，栅栏口，武泰闸，市二中，

江民路，烽火村，余家湾，乔木湾，八坦路，

开发区，张家湾，青菱乡″,″罗家村″,″凌吴墩，

张孙村，北环路，农产品市场，黄家湖西路，武汉科技大学

五、系统数据存储和管理

程序对文本的数据管理和操作思路如下：程序定义三个全局数组，公交数组（BUSES）、站点数组（STATIONS）、路段数组（ROUTES），当程序开始运行时，首先执行函数 ReadDataFromFile(),将 buses.txt,stations.txt,routes.txt 三个文本内容分别载入相应数组中，并执行函数 LoadMapData()建立邻接表，在程序功能实现过程中，对邻接表结构和数组数据进行更改，最后执行函数 WriteDataToFile()将数组中数据重新载入文件中。文件相关操作如下:

① 打开文件 文件指针=fopen(文件名，打开方式)

"r"：以“只读”方式打开文件。只允许读取，不允许写入。文件必须存在，否则打开失败。

"w"：以“写入”方式打开文件。如果文件不存在，那么创建一个新文件；如果文件存在，那么清空文件内容（相当于删除原文件，再创建一个新文件）。

"a"：以“追加”方式打开文件。如果文件不存在，那么创建一个新文件；如果文件存在，那么将写入的数据追加到文件的末尾（文件原有的内容保留）。

② 按行读取文件中数据 fgets(存储空间地址，存储空间大小，文件指针)

③ 按字节获取文件中数据 fscanf(文件指针，数据格式，存储变量)

④ 按字节写入数据到文件 fprintf(文件指针，数据格式，写入的数据)

⑤ 关闭文件 fclose(文件指针)

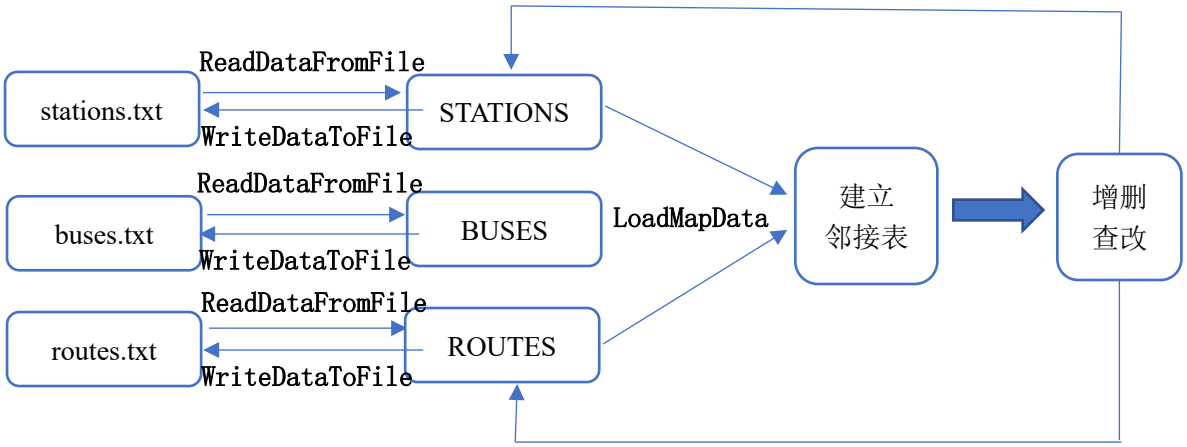


图 5-1 数据存储和管理流程图

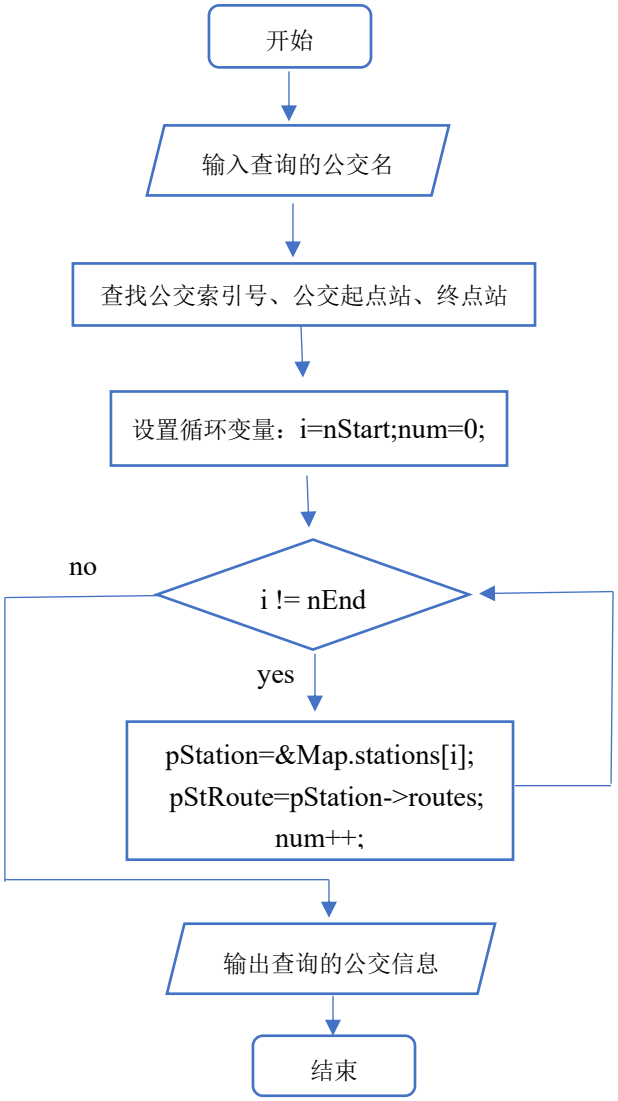
六、查询公交线路和站点信息

（1）查询公交线路

系统第一个功能为查询公交线路，操作编号为 1，系统首先会提示用户可查询的公交线路名称，根据用户需要查询的公交名显示公交线路以及公交线路信息：起点站、终点站、该线路经过总站点数。

```
===== 查询公交信息 =====
可查询公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行
请输入要查询的公交名：34路上行

---------------------------------------
(36)螃蟹岬->(37)小东门->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(58)黄家湖西路->(59)武汉科技大学->(23)市三中

[34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市三中],  共经过19个站点。


---------------------------------------
输入任何键退出[查询公交信息]功能
```

功能图 1 查询公交线路



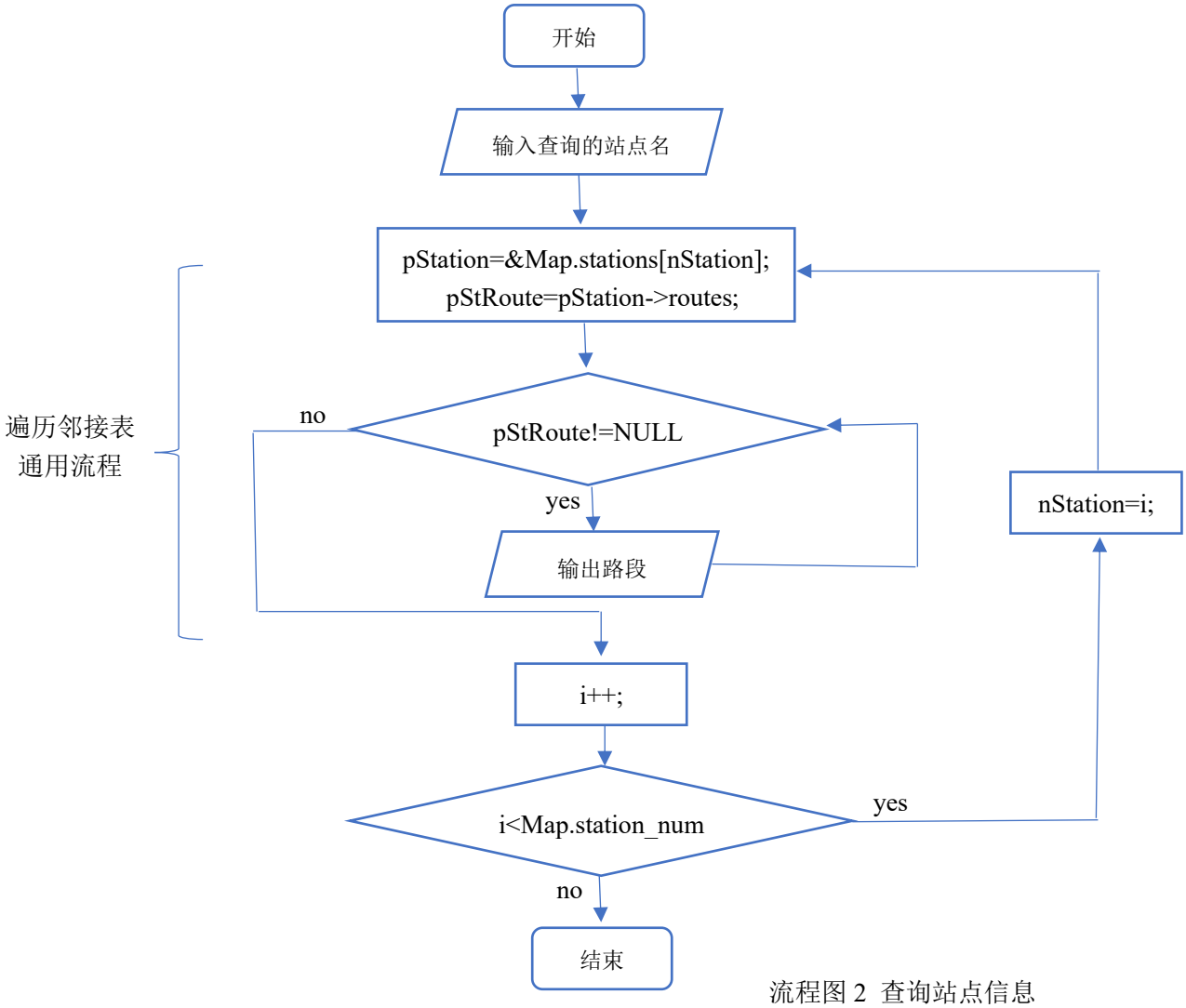
流程图 1 查询公交线路

（2）查询站点信息

查询站点信息操作编号为 2，系统会根据用户输入的站点名，依次显示经过该站点的路段，显示格式为：公交线路［起始站点]-[目标站点］（站点距离），并提示经过该站点的总车数。

```
===== 查询站点信息 =====
请输入要查询的站点名：螃蟹岬

---------------------------------------
34路上行  [螃蟹岬]-[小东门] (站点距离：400)
2路下行  [螃蟹岬]-[海景花园] (站点距离：600)
2路上行  [螃蟹岬]-[胡庄子] (站点距离：650)
2路上行  [海景花园]-[螃蟹岬] (站点距离：600)
2路下行  [胡庄子]-[螃蟹岬] (站点距离：650)
34路下行  [小东门]-[螃蟹岬] (站点距离：400)

[螃蟹岬站]  共6辆车经过。

---------------------------------------

输入任何键退出[查询站点信息]功能
```

功能图 2 查询站点信息



流程图 2 查询站点信息

七、查询两站点之间的路线，找到至多换乘 1 次的路线，并输出结果

查询两站点之间路线操作编号为 3，系统会根据用户输入要查询的路线起始站点和目标站点，首先判断两站点之间是否存在路线，若两个站点之间有路线，则找到所有最多换乘 1 次的路线，然后依次输出。

```
===== 查询路线信息 =====
提示：1.查询路线信息起始站点和终止站点必须为已存在站点
      2.查询路线信息会显示从起始站点到终止站点只用换乘一次的路线

请输入要查询的路线起始站点：螃蟹岬
请输入要查询的路线目标站点：市医院

[螃蟹岬]-[市医院]之间存在路线

---------------------------------------
从[螃蟹岬]-[市医院] 共找到 [2]条至多换乘一次的线路：

---------------------------------------

路线[1]:   螃蟹岬----[乘坐：2路下行]----->海景花园->新华小学->安定医院----[换乘：1路上行]----->镇政府->市医院

---------------------------------------

路线[2]:   螃蟹岬----[乘坐：2路上行]----->胡庄子->华兴街道口->贸易城->汽车站->交通局->供销大厦->联通大厦->劳动大厦
->南王曼->国营汽车站----[换乘：1路下行]----->市二中->土产公司->北环路->邮电局->市医院

---------------------------------------

输入任何键退出[查询路线信息]功能
```

功能图 3 查询两站点之间的路线

功能实现思路：将整个公交线路图看做一个有向有环图（在换乘处形成环），因而找到两站点之间路线等价于寻找有向图中两顶点之间路径，首先通过寻找两顶点之间所有路线的过程判断两站点是否存在路线，并将路线记录下来，接下来对找到的所有路线依次判断换乘次数，最后输出两站点之间至多换乘一次的所有路线。

在寻找有向图中两顶点之间所有路线中，需要利用一个辅助数组：站点是否存在遍历栈数组（stationInStack），和一个辅助变量：路段状态（status），当一条路段两站点均已存在遍历栈中时，设置 status=0，否则 status=1。

在记录路径过程中，沿着起始站点链域依次将站点入栈，并进行深度优先搜索，当栈顶元素为目标站点时，即为找到一条路线，利用两个辅助栈：站点栈（stationStack）记录路径依次经过的站点，公交栈（busStack）记录路径依次乘坐的公交，并利用变量 pathNum 记录路线总数，pathStationNum 数组记录每条路线经过站点数。

算法描述：寻找两站点之间所有路径算法（QueryRoute）

（1）第一步：初始化 Path 数组

```
int i;
//初始化路线数位 3，每条路线经过站点数 20
int initialPathNum=3,initialPathStationNum=20;
//path 数组为一个二维数组，每一行为一条路线，每一行列数为当前路线经过站点数
//path 数组结构为 bus - station - bus - station
int **path=(int**)malloc(sizeof(int*)*initialPathNum);
int *pathStationNum=(int*)malloc(sizeof(int)*initialPathNum);
for(i=0; i<initialPathNum; i++)
    //分配空间*2 与 path 结构有关，每一个站点对应一个公交
    path[i]=(int*)malloc(sizeof(int)*initialPathStationNum*2);
//每一条路线第一个 bus 元素初始化为-1
path[0][0]=-1;
//每一条路线第一个 station 元素初始化为起始站点
path[0][1]=nStartStation;
```

（2）第二步：初始化站点栈辅助数组

```
//在遍历路径的过程中，将访问过的站点入栈，stationInStack 状态设为 1
int *stationInStack=(int*)malloc(sizeof(int)*Map.station_num);
   for(i=0; i<Map.station_num; i++)
stationInStack[i]=0;
```

（3）第三步：初始化 route status

```
//route 结构的 status 为在寻找路径时，判断栈顶元素是否有下一个可入栈的后续站点辅助变量，只有当与需要扩展的站点相关的路段 status 状态为 0（表示在之前遍历路径时未访问该边）时才可扩展该站点下一个站点，否则该站点出栈。
Station *pStation;
Route *pRoute;
for(i=0; i<Map.station_num; i++)
{
    pStation=&Map.stations[i];
    pRoute=pStation->routes;
    while(pRoute!=NULL)
    {
        pRoute->staus=0;
        pRoute=pRoute->next;
    }
}
```

（4）第四步：初始化栈结构

```
//stationStack 为遍历过程中入栈的站点，busStack 记录相应路段的公交
Stack stationStack,busStack;
InitStack(stationStack);
InitStack(busStack);
//nStartStation 入栈
PushStack(stationStack,nStartStation);
PushStack(busStack,-1);
stationInStack[nStartStation]=1;
```

（5）第五步：（核心算法）遍历两站点之间所有路径

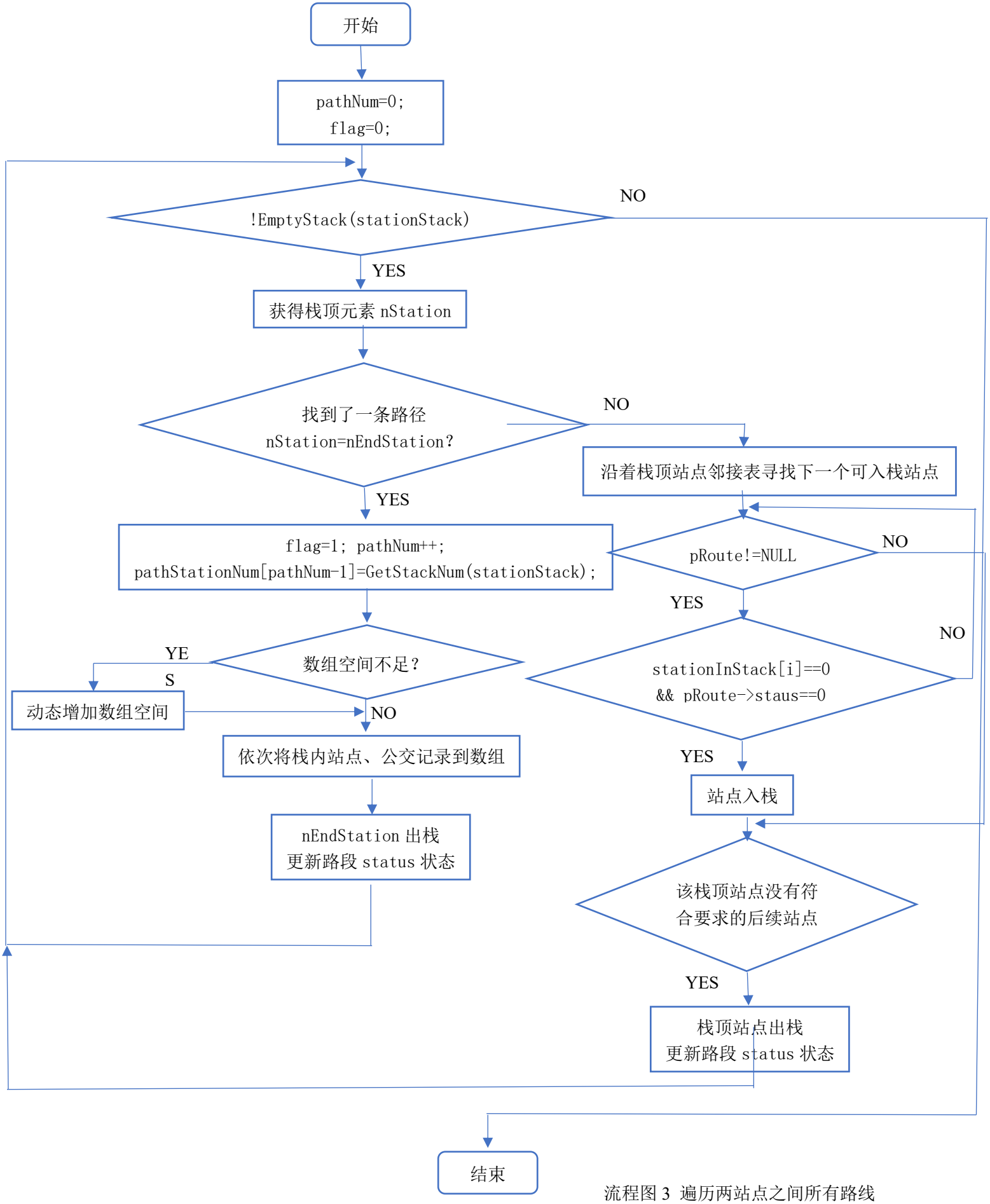
```
pathNum=0;//记录路线数
flage=0;//两站点之间是否存在路径标志
While(!EmptyStack(stationStack))
{
   nStation = GetTopStack(stationStack);//获得栈顶元素
   if(nStation == nEndStation)//找到了一条路径
   {
       if(flag == 0)
          flag=1;//只要找到一条路径则说明两站点之间存在路径

       pathNum++;//路线数增加
       if(pathNum > initialPathNum) //动态增加数组 path 空间

       pathStationNum[pathNum-1]=GetStackNum(stationStack)//当前路线站点数
       if(pathStationNum[pathNum-1]>initialPathStationNum)
           //动态增加数组 path[pathNum-1]空间

      //依次将栈内站点、公交记录到数组 path[pathNum-1]中
      for(k=1,j=2; k<pathStationNum[pathNum-1]; k++,j+=2)//注意 j+=2
      {
           path[i][j]=GetStackElement(busStack,k);
           path[i][j+1]=GetStackElement(stationStack,k);
      }

       //nEndStation 出栈
       PopStack(stationStack); PopStack(busStack);
       stationInStack[nEndStation]=0;//站点入栈状态为 0

      //更新路段 status 状态，使得所有两个端点都不在栈内的路段的状态为 0
       updateRoutesStatus();
   }
```

```
    else//继续遍历站点
    {
       //沿着栈顶站点邻接表寻找下一个可入栈站点
        pStation=&Map.stations[nStation];
        pRoute=pStation->routes;
        while(pRoute!=NULL)
        {
            i=pRoute->station;
            //入栈要求：该站点未曾访问过，且该条路段也没有访问过
            if(stationInStack[i]==0 && pRoute->staus==0)
            {
                PushStack(stationStack,i); PushStack(busStack,pRoute->bus);
                stationInStack[i]=1;//站点入栈状态改为 1
                pRoute->staus=1;//路段访问状态改为 1
                break;
            }
             pRoute=pRoute->next;
        }
        //该栈顶站点没有符合要求的后续站点
        if(pRoute==NULL)
        {
            //nStation 出栈
            PopStack(stationStack); PopStack(busStack);
            stationInStack[nStation]=0; //站点入栈状态改为 0
            //更新与该站点相关所有路段访问状态为 0
            updateRouteStatus(Map,nStation,stationInStack);
    }
}
```

经过上述算法遍历公交线路图，即可将两站点之间所有路线保存在 path 中。

（6）辅助算法 updateRouteStatus：

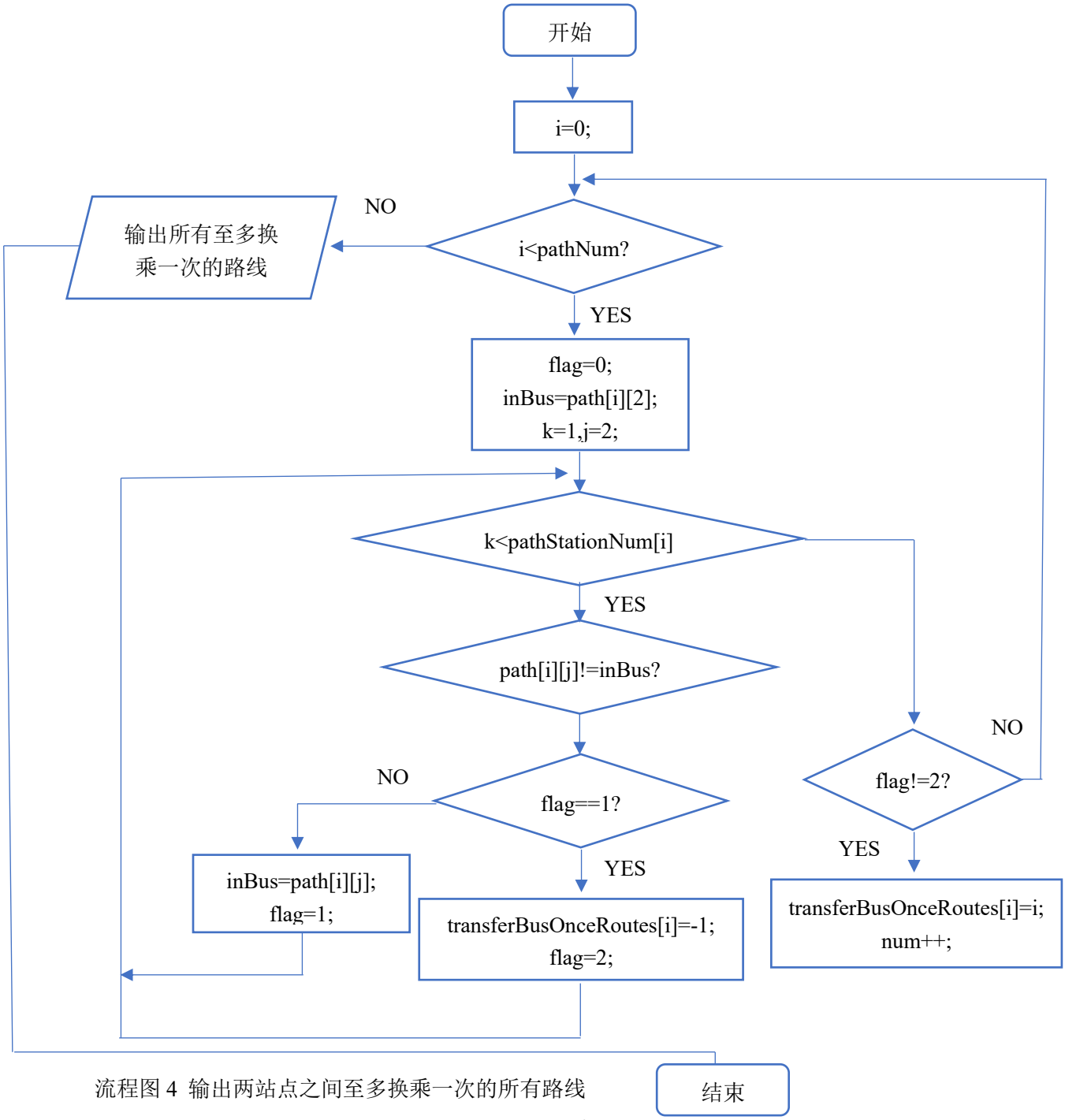
```
Station *pStation=&Map.stations[station];//更新所有以该站点为起始站点路段
Route *pRoute=pStation->routes;
while(pRoute!=NULL){
    if(stationInStack[pRoute->station]==0)
          pRoute->staus=0;
    pRoute=pRoute->next;}
for(i=0; i<Map.station_num && i!=station; i++){
    pStation=&Map.stations[i];
    pRoute=pStation->routes;
    while(pRoute!=NULL){ //更新所有以该站点为目标站点路段
        if(pRoute->station==station && stationInStack[i]==0)
            pRoute->staus=0;
        pRoute=pRoute->next;}
}
```



流程图 3 遍历两站点之间所有路线

（7）输出两站点之间至多换乘一次的所有路线：

在上述流程之后，得到两站点之间所有路径，并且保存在数组 path 中，path 数组结构为：每一行为一条路线，每一行 bus-station-bus-station……构成路线。接下来在该数组基础上找到至多换乘一次的所有路线，需要设置两个辅助变量，inBus 表示当前乘坐公交，每次检索下一站点时会将公交与 inBus 比较，若不同则表示换乘，flag 为换乘标志，当 flag 为 2 时表示该路线需要换乘两次不可取舍弃，设置 transferBusOnceRoutes 数组记录可行路线。



流程图 4 输出两站点之间至多换乘一次的所有路线

八、新增公交线路、站点、路段信息

（1）新增路段信息

新增路段信息操作编号为 6，功能实现思路：系统首先提示用户现有公交路线并且用户只用输入需要新增路线所在上行公交线路即可，接下来根据用户输入的公交线路显示公交信息，提示用户需要新增的路段的起始站点和目标站点以及两站点之间距离，系统进行判断路线是否合理后将新增路线添加至公交线路系统中，更新邻接表，最后系统自动修改下行路线，完成新增路段功能。

功能结构：

① AddNewRouteToMap：添加公交系统线路信息公共接口

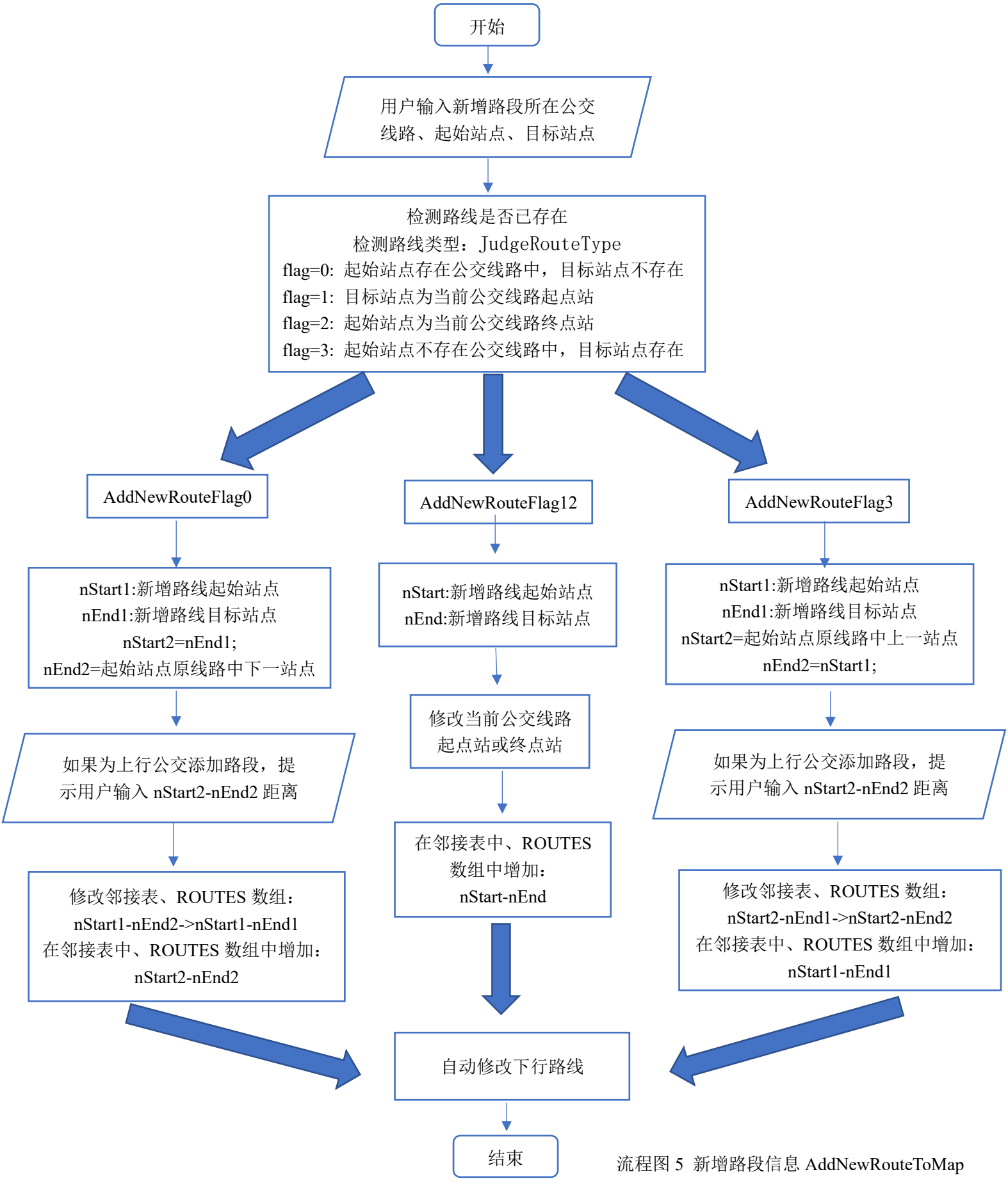
② JudgeRouteType：检测路段类型

③ AddNewRouteFlag0、AddNewRouteFlag3、AddNewRouteFlag12：根据路段类型进行新增路线、更改邻接表结构

④ AddNewRouteToArray：更改 ROUTES 数组实现数据修改功能

```
===== 新增路线信息 =====
提示：1.新增路线信息中所选公交线路必须为已存在公交线路，若需要新增公交线路，请先使用[4. 新增公交线路]
      2.新增路线信息中两站点必须为公交管理系统中已存在站点，若需要新增站点，请先使用[5. 新增站点信息]
      3.新增线路信息中两站点不可同时存在或不存在所选公交线路中
      4.只需增加上行公交线路线路信息，下行公交线路信息会自动更改
      5.若新增所选公交线路起点站或终点站相关路线，将更改所选公交线路信息

现有公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行
请输入新增的路线所在公交线路：2路上行

--------------------------------------
[2路上行]公交线路：
(35)安定医院->(2)新华小学->(15)海景花园->(36)螃蟹岬->(21)胡庄子->(3)华兴街道口->(9)贸易城->(1)汽车站->
(13)交通局->(10)供销大厦->(28)联通大厦->(6)劳动大厦->(16)南王曼->(39)国营汽车站

[2路上行线路]  从:[安定医院] 开往 [国营汽车站],  共经过14个站点。

--------------------------------------
请输入新增路线起始站点：螃蟹岬
请输入新增路线目标站点：小肥羊
请输入两站点之间距离：2300
请输入 [小肥羊] 到 [胡庄子] 之间距离：1600

--------------------------------------
已添加路线：2路上行 [螃蟹岬]-[小肥羊] (站点距离：2300)
              [小肥羊]-[胡庄子] (站点距离：1600)

--------------------------------------
自动修改下行路线

--------------------------------------
已添加路线：2路下行 [胡庄子]-[小肥羊] (站点距离：1600)
              [小肥羊]-[螃蟹岬] (站点距离：2300)

--------------------------------------

输入任何键退出[新增路线信息]功能
```

功能图 4 新增路段信息



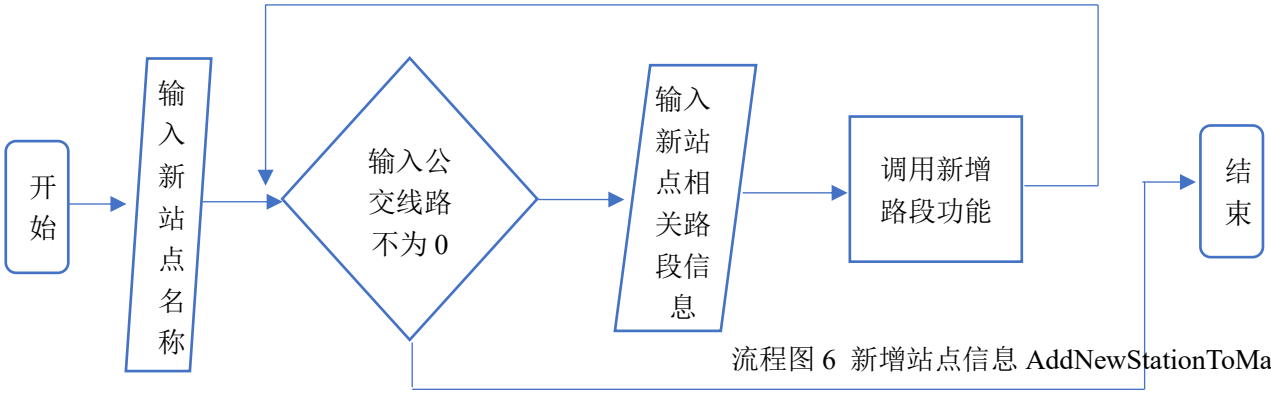
流程图 5 新增路段信息 AddNewRouteToMap

（2）新增站点信息

新增站点信息操作编号为 5，功能实现思路：系统首先提示用户输入新站点名称并检测是否合法，接下来提示用户依次输入新站点路段信息：1. 公交线路，系统会显示输入的公交线路信息；2. 与该新增站点相关路段信息（出发站点、目标站点、两站点之间距离），最后系统调用[AddNewRouteToMap]功能。

```
===== 新增站点信息 =====
提示：1.新增站点信息中公交线路必须为已存在公交线路，若需要新增公交线路，请先使用[4. 新增公交线路]
      2.设置新增站点相关路线信息，站点要求详见[6. 新增路线信息]
请输入新站点名称：武汉大学

--------------------------------------
请输入[武汉大学]路线信息
提示：输入公交路线为 0 为信息输入完毕

--------------------------------------

请输入[武汉大学]路线信息1:
公交线路：1路上行
--------------------------------------
[1路上行]公交线路：
(14)方庄道口->(26)镇中学->(35)安定医院->(18)镇政府->(34)市医院->(0)邮电局->(56)北环路->(30)土产公
司->(44)市二中->(39)国营汽车站->(5)个体汽车站->(40)模具城->(25)博爱医院->(50)开发区->(55)张孙村

[1路上行线路]  从:[方庄道口] 开往 [张孙村],  共经过15个站点。

--------------------------------------
出发站点：镇政府
目的站点：武汉大学
请输入两站点之间距离：2300
请输入 [武汉大学] 到 [市医院] 之间距离：1800

--------------------------------------
已添加路线：1路上行 [镇政府]-[武汉大学] (站点距离：2300)
              [武汉大学]-[市医院] (站点距离：1800)

--------------------------------------
自动修改下行路线

--------------------------------------
已添加路线：1路下行 [市医院]-[武汉大学] (站点距离：1800)
              [武汉大学]-[镇政府] (站点距离：2300)

--------------------------------------

请输入[武汉大学]路线信息2:
公交线路：0

--------------------------------------

输入任何键退出[新增站点信息]功能
```

功能图 5 新增站点信息



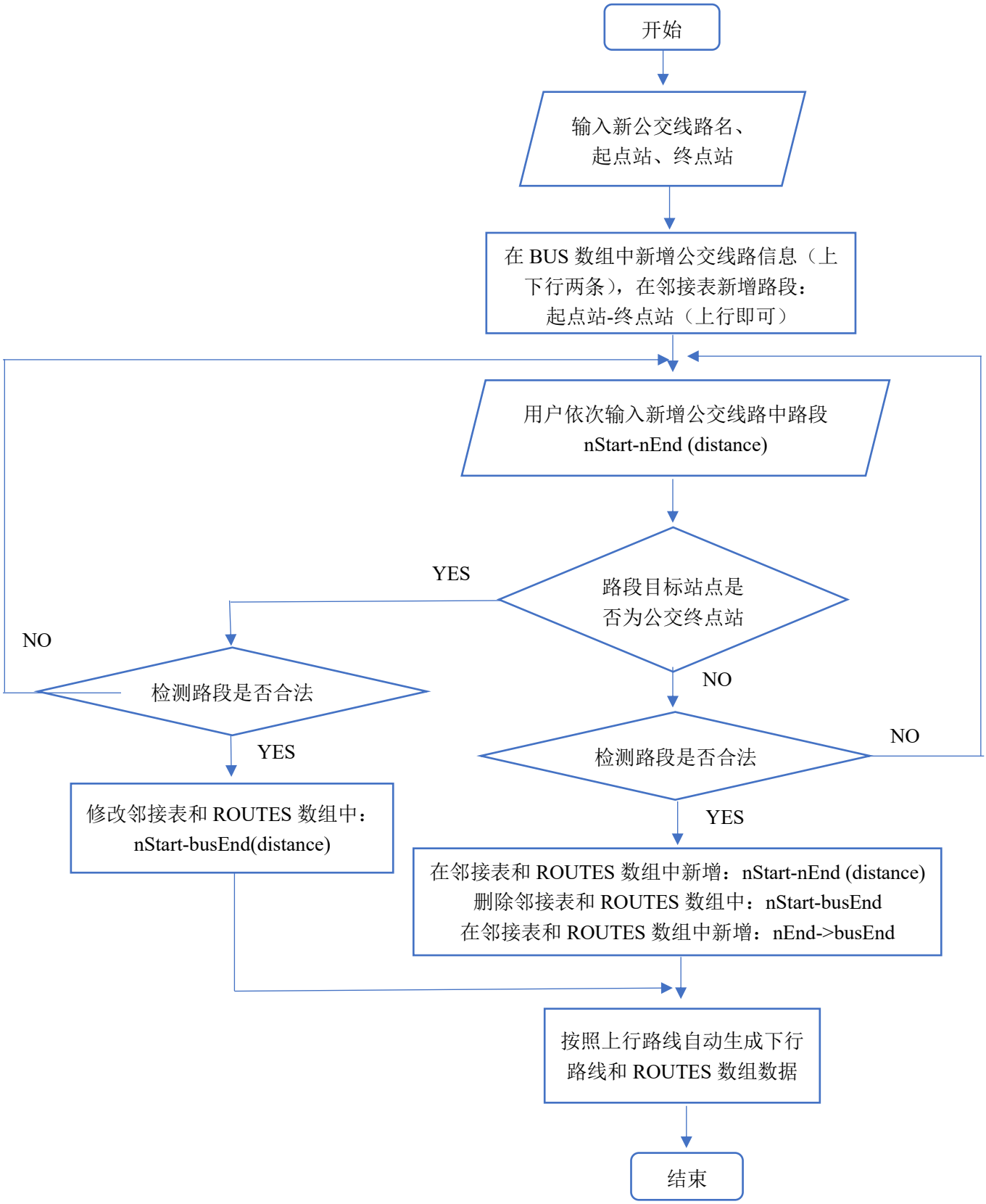
流程图 6 新增站点信息 AddNewStationToMap

（3）新增公交线路

新增公交线路操作编号为 4，功能实现思路：系统首先提示用户输入新增公交线路名称、起点站、终点站，并将将公交线路信息添加至 BUSES 数组，接下来系统提示用户依次输入上行公交线路路段，每一条新增路段调用[AddNew RouteToMap]功能，最后系统自动添加下行公交路线，实现新增公交线路功能。

```
===== 新增公交路线 =====
提示：1.新增公交路线中相关站点必须为已存在站点，若需要新增站点，请先使用[5. 新增站点信息]
      2.只需新增上行线路相关信息，下行线路会自动生成!
      3.新增公交线路相关站点信息时，不可重复出现站点!
      4.新增公交线路相关站点信息时，请按顺序添加路线!

请输入新增公交路线名称：(例如34路、539路) 539路
请输入公交线路起点站：螃蟹岬
请输入公交线路终点站：武汉科技大学

---------------------------------------
已添加公交线路：539路上行 [螃蟹岬]-[武汉科技大学]
已添加公交线路：539路下行 [武汉科技大学]-[螃蟹岬]

---------------------------------------
添加公交线路中各路线
请输入路线1:
请输入起始站点：螃蟹岬
请输入目的站点：余家湾
请输入两站点之间距离：2300
已添加路线：539路上行 [螃蟹岬]-[余家湾] (站点距离：2300)

---------------------------------------
请输入路线2:
请输入起始站点：余家湾
请输入目的站点：小肥羊
请输入两站点之间距离：1800
已添加路线：539路上行 [余家湾]-[小肥羊] (站点距离：1800)

---------------------------------------
请输入路线3:
请输入起始站点：小肥羊
请输入目的站点：武汉科技大学
请输入两站点之间距离：1600
已添加路线：539路上行 [小肥羊]-[武汉科技大学] (站点距离：1600)

---------------------------------------


---------------------------------------
自动添加下行路线
已添加路线：539路下行 [武汉科技大学]-[小肥羊] (站点距离：1600)
已添加路线：539路下行 [小肥羊]-[余家湾] (站点距离：1800)
已添加路线：539路下行 [余家湾]-[螃蟹岬] (站点距离：2300)
---------------------------------------

成功添加[539路上行]公交线路

[539路上行]公交线路：
(36)螃蟹岬->(47)余家湾->(27)小肥羊->(59)武汉科技大学

[539路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [武汉科技大学],  共经过4个站点。


---------------------------------------
成功添加[539路下行]公交线路

[539路下行]公交线路：
(59)武汉科技大学->(27)小肥羊->(47)余家湾->(36)螃蟹岬

[539路下行线路]  从:[武汉科技大学] 开往 [螃蟹岬],  共经过4个站点。
```

功能图 6 新增公交线路



流程图 7 新增公交线路 AddNewBusToMap

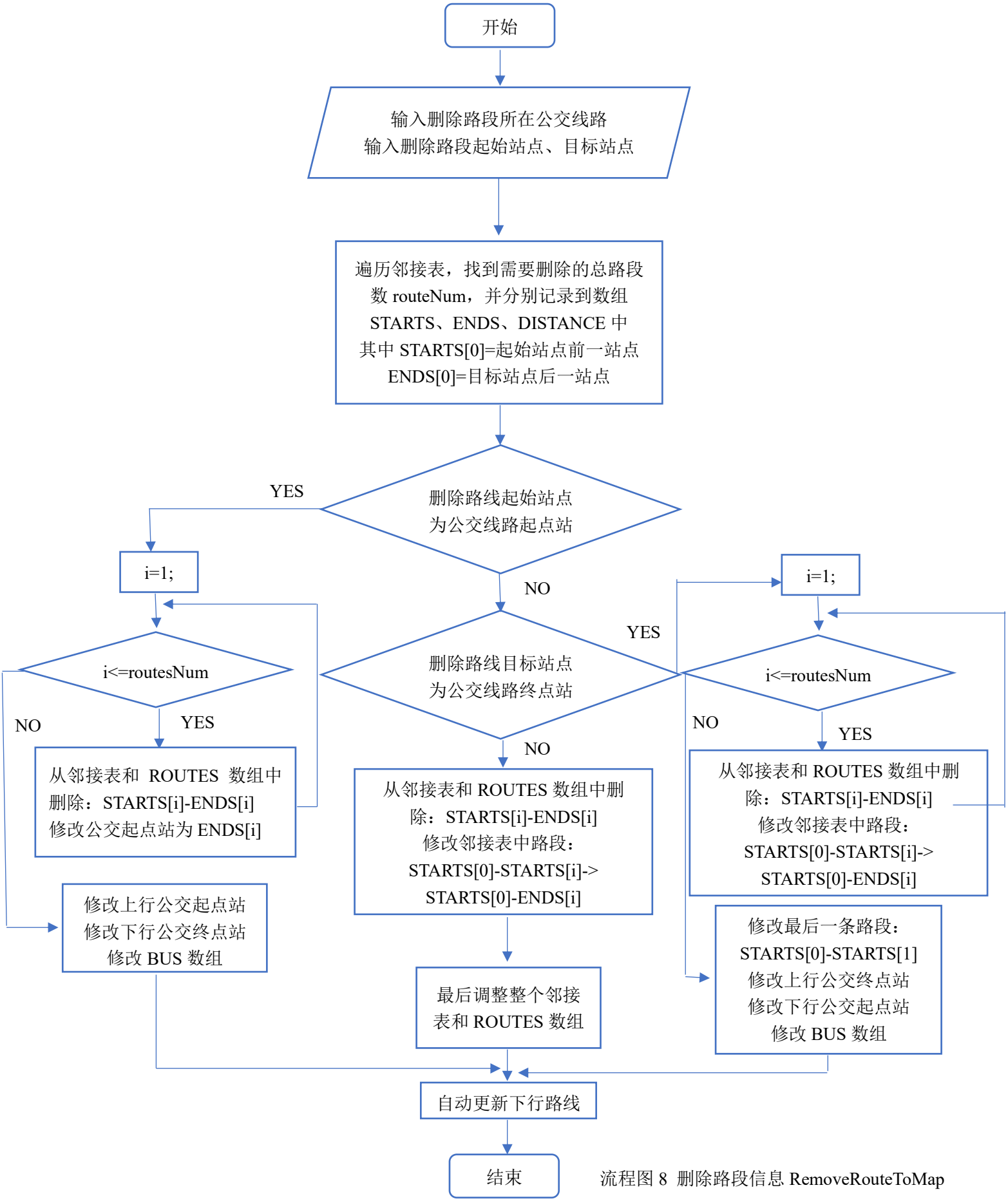
九、删除公交线路、站点、路段信息

（1）删除路段信息

删除路段信息操作编号为 9，功能实现思路：系统首先提示现有公交线路，根据用户输入要删除的路段所在公交线路显示公交信息，然后根据用户输入的起始站点与目标站点依次删除其间所有路段，注意其中的特殊情况（删除路段中站点可能为公交起点站或终点站），最后更新下行路线即可。

```
===== 删除路线信息 =====
提示：1.只需删除上行公交线路路线，下行公交线路将自动更改。
      2.删除路线起始站点必须位于所选公交线路中目标站点之前
      3.可删除所选公交线路中多个连续路线
      4.若删除所选公交线路起点站或终点站相关路线，将更改所选公交线路信息

现有公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行
请输入你要删除的路线所在公交线路：34路上行

---------------------------------------
[34路上行]公交线路：
(36)螃蟹岬->(37)小东门->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(58)黄家湖西路->(59)武汉科技大学->(23)市三中

[34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市三中],  共经过19个站点。

---------------------------------------
请输入你要删除的路线起始站点：黄家湖西路
请输入你要删除的路线目标站点：武汉科技大学

---------------------------------------
已删除路线:
[黄家湖西路]-[武汉科技大学](路线距离：900)

请输入[农产品市场]-[市三中]之间距离：2300

---------------------------------------
成功删除[34路上行]公交线路 [黄家湖西路]-[武汉科技大学]路段

[34路上行]公交线路：
(36)螃蟹岬->(37)小东门->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(23)市三中

[34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市三中],  共经过17个站点。


---------------------------------------
自动更新下行路线

---------------------------------------
成功删除[34路下行]公交线路 [武汉科技大学]-[黄家湖西路]路段

[34路下行]公交线路：
(23)市三中->(57)农产品市场->(54)凌吴墩->(53)罗家村->(52)青菱乡->(51)张家湾->(49)八坦路->(48)乔木湾->
(47)余家湾->(46)烽火村->(45)江民路->(43)武泰闸->(42)栅栏口->(41)武昌火车站->(38)大东门->(37)小东门->
(36)螃蟹岬

[34路下行线路]  从:[市三中] 开往 [螃蟹岬],  共经过17个站点。
```

功能图 7 删除路段信息



流程图 8 删除路段信息 RemoveRouteToMap

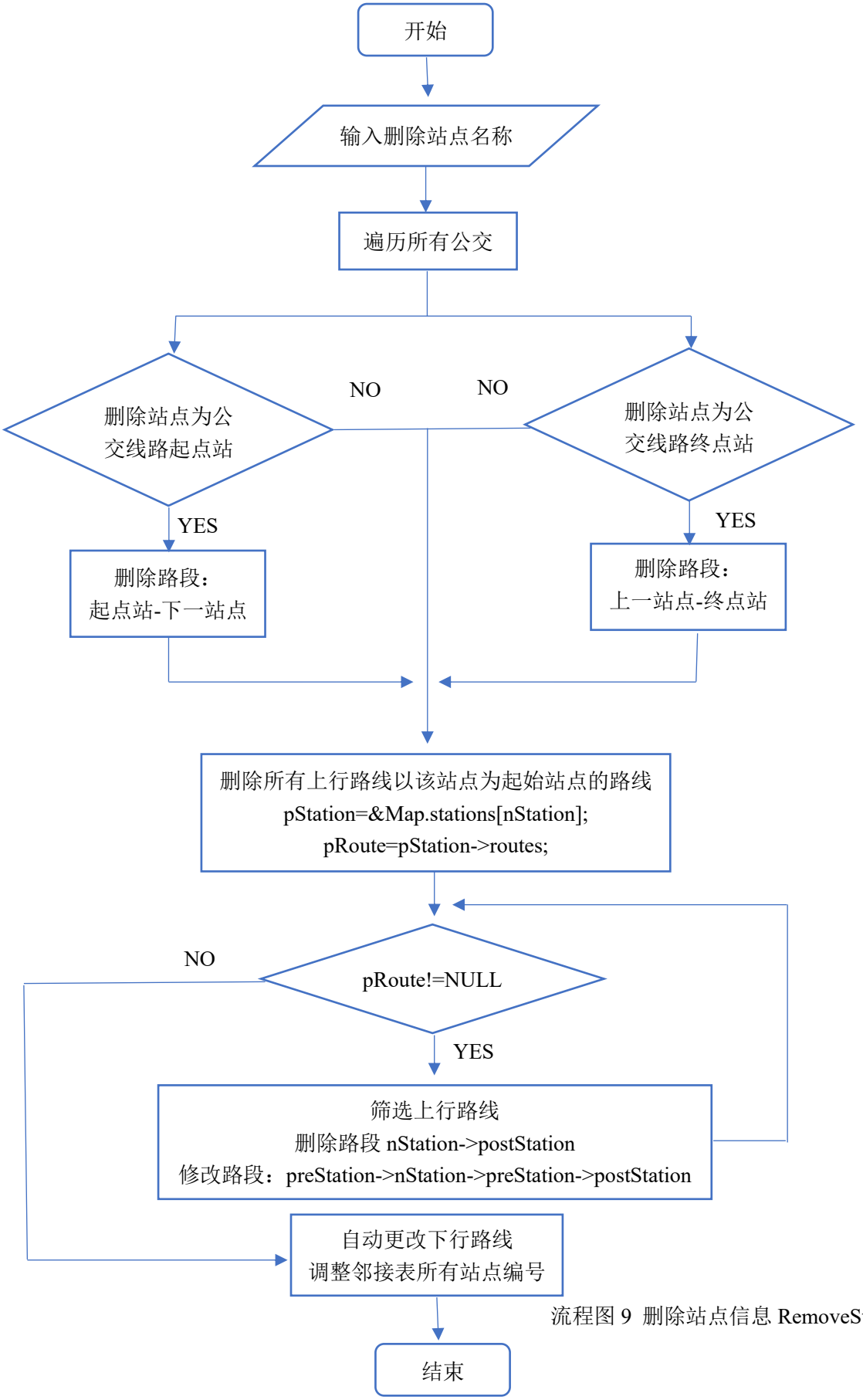
（2）删除站点信息

删除站点信息操作编号为 8，功能实现思路：系统首先提示用户输入要删除的站点名称，然后显示与该站点相关的所有路线信息，系统会先判断该站点是否为公交线路起点站或终点站，若是则修改公交信息，然后依次调用 RemoveRouteToMap 功能删除以该站点为起始站点的所有路段。

需要注意：在删除与站点相关路段时，为保证邻接表结构的完整性，需要连接删除路段前后站点并调整邻接表结构及所有站点编号。

```
请输入你要删除的站点：武汉科技大学

--------------------------------------
[武汉科技大学]相关路线信息：
34路下行  [武汉科技大学]-[黄家湖西路] (站点距离：900)
34路上行  [武汉科技大学]-[市三中] (站点距离：850)
34路下行  [市三中]-[武汉科技大学] (站点距离：850)
34路上行  [黄家湖西路]-[武汉科技大学] (站点距离：900)
--------------------------------------


--------------------------------------
已删除路线：[34路上行] [武汉科技大学]-[市三中]
            [34路下行] [市三中]-[武汉科技大学]
--------------------------------------
请输入[黄家湖西路]-[市三中]之间距离：2300

--------------------------------------
[34路上行]公交线路已更新：
(36)螃蟹岬->(37)小东门->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(58)黄家湖西路->(23)市三中

[34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市三中],  共经过18个站点。

--------------------------------------
自动更新下行路线
--------------------------------------
[34路下行]公交线路已更新：
(23)市三中->(58)黄家湖西路->(57)农产品市场->(54)凌吴墩->(53)罗家村->(52)青菱乡->(51)张家湾->(49)八坦
路->(48)乔木湾->(47)余家湾->(46)烽火村->(45)江民路->(43)武泰闸->(42)栅栏口->(41)武昌火车站->(38)大东
门->(37)小东门->(36)螃蟹岬

[34路下行线路]  从:[市三中] 开往 [螃蟹岬],  共经过18个站点。

--------------------------------------
成功删除[武汉科技大学]站点信息
--------------------------------------
```

功能图 8 删除站点信息



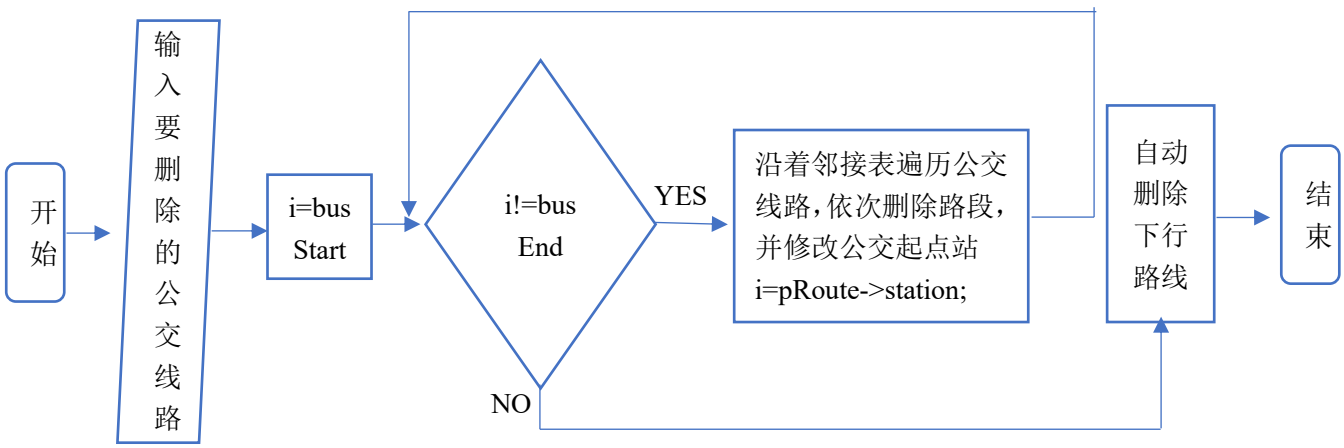
流程图 9 删除站点信息 RemoveStationToMap

（3）删除公交线路

删除站点信息操作编号为 7，功能实现思路：系统首先提示现有公交线路，根据用户输入的要删除的公交线路，从起点站开始遍历公交线路，依次调用[RemoveNodeToMap]删除路段，注意每删除一条路段，都需要修改公交起点站。

```
===== 删除公交线路 =====
提示：  只需删除上行公交线路，下行公交线路将自动移除

现有公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行


请输入你要删除的公交线路：34路上行

--------------------------------------
删除[34路上行]所有路线：
[螃蟹岬]-[小东门](站点距离：400)
[小东门]-[大东门](站点距离：450)
[大东门]-[武昌火车站](站点距离：780)
[武昌火车站]-[栅栏口](站点距离：600)
[栅栏口]-[武泰闸](站点距离：750)
[武泰闸]-[江民路](站点距离：800)
[江民路]-[烽火村](站点距离：600)
[烽火村]-[余家湾](站点距离：750)
[余家湾]-[乔木湾](站点距离：500)
[乔木湾]-[八坦路](站点距离：800)
[八坦路]-[张家湾](站点距离：750)
[张家湾]-[青菱乡](站点距离：680)
[青菱乡]-[罗家村](站点距离：740)
[罗家村]-[凌吴墩](站点距离：800)
[凌吴墩]-[农产品市场](站点距离：700)
[农产品市场]-[黄家湖西路](站点距离：800)
[黄家湖西路]-[武汉科技大学](站点距离：900)
[武汉科技大学]-[市三中](站点距离：850)

--------------------------------------
自动删除[34路下行]所有路线

--------------------------------------
已成功删除[34路上行]所有信息!
已成功删除[34路下行]所有信息!

--------------------------------------
输入任何键退出[删除公交线路]功能
```

功能图 9 删除公交线路



流程图 10 删除公交线路 RemoveBusToMap

十、修改公交线路、站点、路段信息

（1）修改路段信息

修改路段信息操作编号为 12，系统首先会提示现有公交线路，根据用户输入的要修改的路段所在公交线路显示公交信息，然后提示用户输入要删除的路线起始站点、目标站点，系统自动识别需要修改的路段数，然后逐条提示用户是否需要修改每条路段的起始站点、目标站点、站点距离修改路段有四种情况：①修改路段的起始站点并且该站点为公交线路起点站：修改公交起点站

②修改路段的目标站点并且该站点为公交线路终点站：修改公交终点站

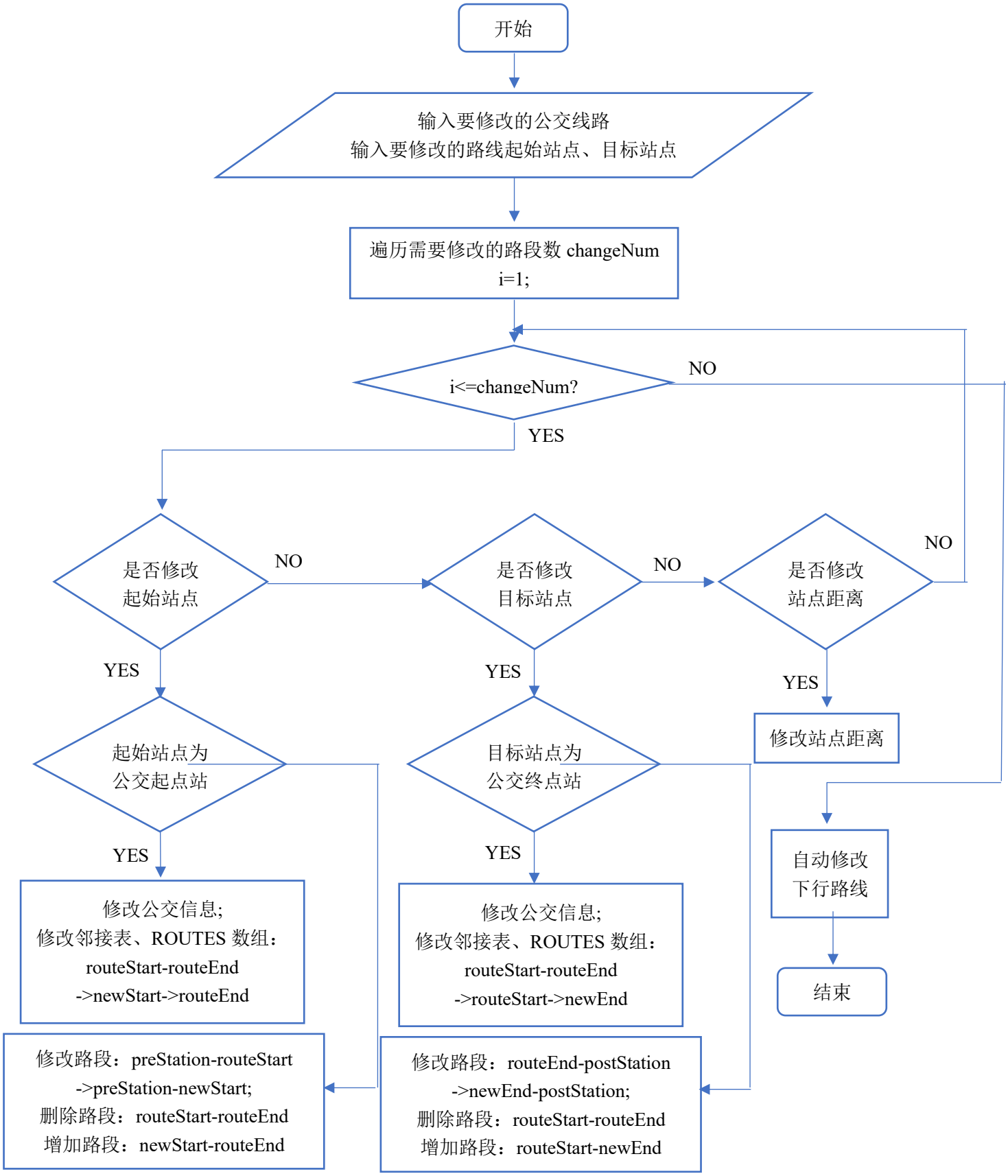
③修改路段起始站点：修改该站点与前一站点路段信息

⑤ 修改路段目标站点：删除该站点与后一站点路段信息

```
===== 修改路线信息 =====
提示：1.修改路线信息不可更改选定公交线路路线数目
      2.修改路线信息可以修改选定公交线路多条路线,逐个修改
      3.修改路线操作中,系统会提示是否修改相关信息,输入'0'视为不修改

现有公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行

请输入你要修改的公交线路:2路上行

----------------------------------------
[2路上行]公交线路：
(35)安定医院->(2)新华小学->(15)海景花园->(36)螃蟹岬->(21)胡庄子->(3)华兴街道口->(9)贸易城->(1)汽
车站->(13)交通局->(10)供销大厦->(28)联通大厦->(6)劳动大厦->(16)南王曼->(39)国营汽车站

[2路上行线路]  从:[安定医院] 开往 [国营汽车站],  共经过14个站点。

----------------------------------------
请输入你要修改的路线起始站点：螃蟹岬
请输入你要修改的路线目标站点：胡庄子

----------------------------------------
修改路线：  [螃蟹岬]-[胡庄子] (站点距离：650)

修改起始站点[螃蟹岬]为:市医院
请输入[海景花园]-[市医院]之间距离：2300

已修改路线[海景花园]-[螃蟹岬](站点距离：600)为[海景花园]-[市医院](站点距离：2300)
已移除路线[螃蟹岬]-[胡庄子](站点距离：650)
已增加路线[市医院]-[胡庄子](站点距离：650)

----------------------------------------
修改目标站点[胡庄子]为:武汉科技大学

已修改路线[市医院]-[胡庄子](站点距离：650)为[市医院]-[武汉科技大学](站点距离：650)
已移除路线[胡庄子]-[华兴街道口](站点距离：550)
请输入[武汉科技大学]-[华兴街道口]之间距离：1800
已增加路线[武汉科技大学]-[华兴街道口](站点距离：

----------------------------------------
修改站点距离[650]为:0

----------------------------------------
成功修改[2路上行]公交线路 [螃蟹岬]-[胡庄子]路段
```

```
[2路上行]公交线路：
(35)安定医院->(2)新华小学->(15)海景花园->(34)市医院->(59)武汉科技大学->(3)华兴街道口->(9)贸易城-
>(1)汽车站->(13)交通局->(10)供销大厦->(28)联通大厦->(6)劳动大厦->(16)南王曼->(39)国营汽车站

[2路上行线路]  从:[安定医院] 开往 [国营汽车站],  共经过14个站点。


----------------------------------------
自动更新下行路线
----------------------------------------
成功修改[2路下行]公交线路 [胡庄子]-[螃蟹岬]路段

[2路下行]公交线路：
(39)国营汽车站->(16)南王曼->(6)劳动大厦->(28)联通大厦->(10)供销大厦->(13)交通局->(1)汽车站->(9)
贸易城->(3)华兴街道口->(59)武汉科技大学->(34)市医院->(15)海景花园->(2)新华小学->(35)安定医院

[2路下行线路]  从:[国营汽车站] 开往 [安定医院],  共经过14个站点。
```

功能图 10 修改路段信息



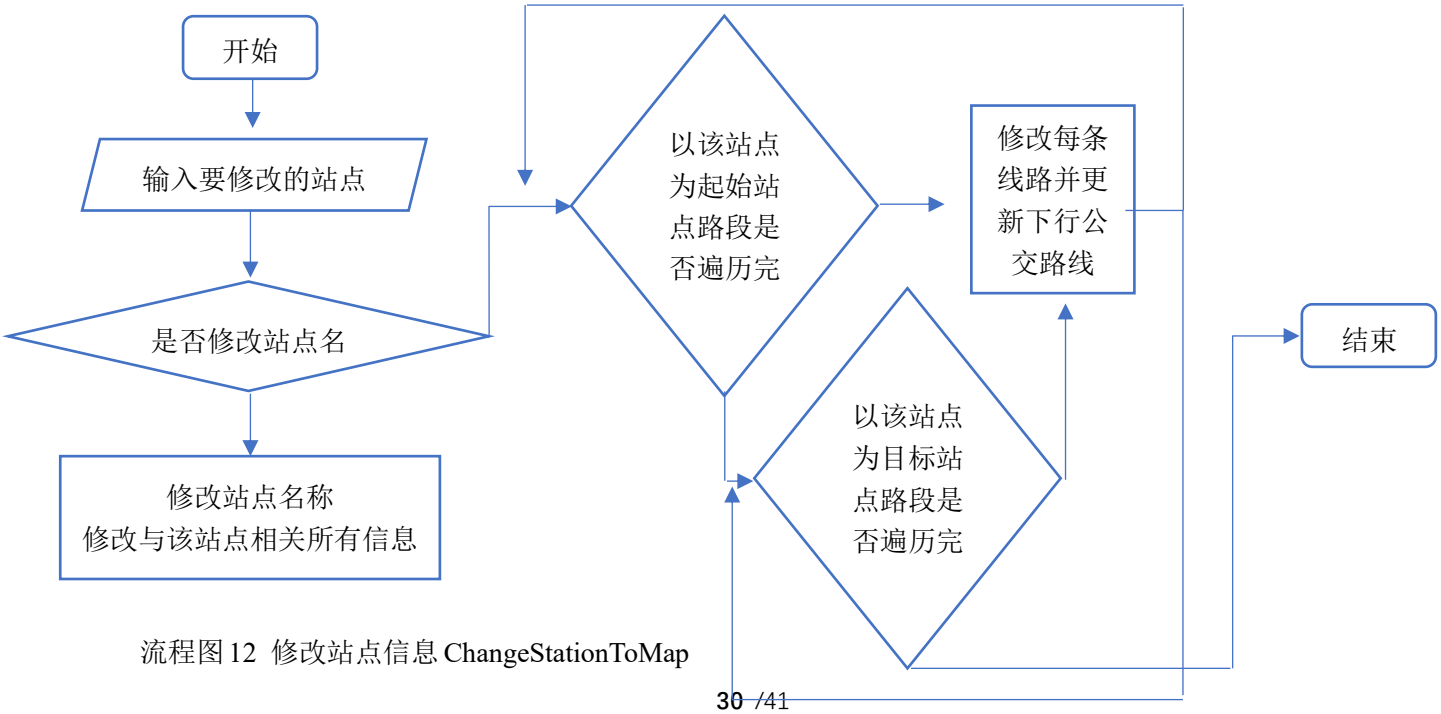
流程图 11 修改路段信息 ChangeRouteToMap

（2）修改站点信息

修改路段信息操作编号为 11，功能实现思路：系统首先提示用户输入要修改的站点，首先修改站点名称，如若修改站点名则会更新所有与该站点相关信息，然后显示与该站点相关所有路段，系统依次提示用户修改以该站点为起始站点的路段和以该站点为目标站点的路段，最后更新下行路线。

```
===== 修改站点信息 =====
提示:1.修改站点信息第一步会提示是否修改站点名称,输入'0'为不修改
     2.只需修改与待修改站点上行公交线路相关路线,下行公交线路将自动更改
     3.系统会依次提示与该站点相关路线信息，逐条修改每一路线,输入'0'为不修改

请输入你要修改的站点：武汉科技大学
修改站点[武汉科技大学]名称为:武科大

已成功修改站点[武汉科技大学]名称为[武科大]

--------------------------------------
[武科大]相关路线信息:
34路下行  [武科大]-[黄家湖西路] (站点距离：900)
34路上行  [武科大]-[市三中] (站点距离：850)
34路下行  [市三中]-[武科大] (站点距离：850)
34路上行  [黄家湖西路]-[武科大] (站点距离：900)
--------------------------------------

--------------------------------------
修改路线[34路上行] [武科大]-[市三中](站点距离:850)
修改目标站点[市三中]为：市医院

--------------------------------------
已修改公交线路：  [34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市医院]

--------------------------------------
已修改公交线路：  [34路下行线路]  从:[市医院] 开往 [螃蟹岬]

已移除路线[武科大]-[市三中](站点距离：850)
已增加路线[武科大]-[市医院](站点距离：850)

修改站点距离[850]为:0
```

功能图 11 修改站点信息



流程图 12 修改站点信息 ChangeStationToMap

（3）修改公交线路

修改公交线路操作编号为 10，功能实现思路为：首先修改公交起点站、终点站、然后依次修改公交线路中各路段。

```
===== 修改公交线路 =====
提示：1.修改公交线路时,系统首先会提示修改公交线路起始站点信息,输入‘0’将不做修改
      2.修改公交线路时,系统会依次提示修改公交线路路线目标站点和站点距离,输入‘0’将不做修改

现有公交线路：1路上行、1路下行、2路上行、2路下行、34路上行、34路下行、6路上行、6路下行

请输入你要修改的公交线路：34路上行

---------------------------------------
[34路上行]公交线路：
(36)螃蟹岬->(37)小东门->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(58)黄家湖西路->(59)武汉科技大学->(23)市三中

[34路上行线路]  从:[螃蟹岬] 开往 [市三中],  共经过19个站点。

---------------------------------------

---------------------------------------
修改[34路上行]公交线路起点站[螃蟹岬]为:市医院

---------------------------------------
已修改公交线路：  [34路上行线路]  从:[市医院] 开往 [市三中]

---------------------------------------
已修改公交线路：  [34路下行线路]  从:[市三中] 开往 [市医院]

已移除路线[螃蟹岬]-[小东门](站点距离：400)
已增加路线[市医院]-[小东门](站点距离：400)

---------------------------------------
修改[34路上行]公交线路终点站[市三中]为:0
```

依次修改公交线路各路段

```
-----------------------------------------
修改公交线路[34路上行]各路线信息

-----------------------------------------
修改路线 [市医院]-[小东门] (站点距离：400)

修改目标站点[小东门]为:小肥羊

已修改路线[市医院]-[小东门](站点距离：400)为[市医院]-[小肥羊](站点距离：400)
已移除路线[小东门]-[大东门](站点距离：450)
请输入[小肥羊]-[大东门]之间距离：2300
已增加路线[小肥羊]-[大东门](站点距离：2300)
修改站点距离[400]为:0
```

• • • • • •

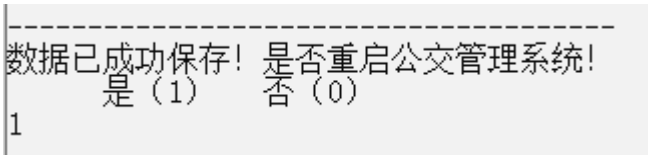
```
---------------------------------------
[34路上行]公交线路已更新：
(34)市医院->(27)小肥羊->(38)大东门->(41)武昌火车站->(42)栅栏口->(43)武泰闸->(45)江民路->(46)烽火村->
(47)余家湾->(48)乔木湾->(49)八坦路->(51)张家湾->(52)青菱乡->(53)罗家村->(54)凌吴墩->(57)农产品市场->
(58)黄家湖西路->(59)武汉科技大学->(23)市三中

[34路上行线路]  从:[市医院] 开往 [市三中],  共经过19个站点。

---------------------------------------
自动更新下行路线
---------------------------------------
[34路下行]公交线路已更新：
(23)市三中->(59)武汉科技大学->(58)黄家湖西路->(57)农产品市场->(54)凌吴墩->(53)罗家村->(52)青菱乡->(5
1)张家湾->(49)八坦路->(48)乔木湾->(47)余家湾->(46)烽火村->(45)江民路->(43)武泰闸->(42)栅栏口->(41)武
昌火车站->(38)大东门->(27)小肥羊->(34)市医院

[34路下行线路]  从:[市三中] 开往 [市医院],  共经过19个站点。

---------------------------------------
```

功能图 12 修改公交线路

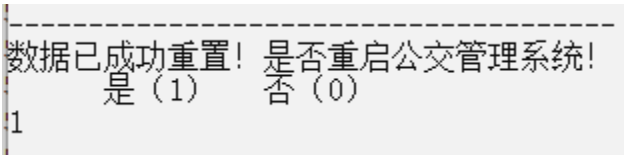
十、保存、重置、退出系统

（1）保存系统

在对公交系统进行增加、删除、修改等操作后，系统会提供功能 13：保存公交管理系统，将修改后的数据保存到文件中，即修改 buses.txt、stations.txt、routes.txt 三个文本文件中，实现思路为：在增删改三个功能实现中，修改邻接表的同时也修改了 BUSES、ROUTES、STATIONS 三个数组，只需将三个数组内容依次写入相应文件，即可实现保存功能。



功能图 13 保存公交管理系统



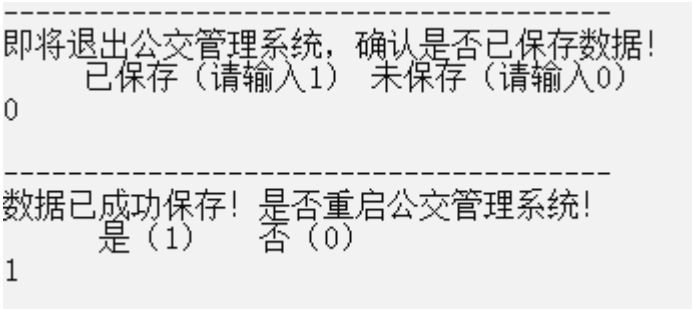
功能图 14 重置公交管理系统

（2）重置系统

在对公交系统进行增加、删除、修改等操作后，系统会提供功能 14：重置公交管理系统，恢复到初始数据状态，实现思路为：有三个备份 bus.txt、stations.txt、routes.txt 文件，只需将三个文件内容分别替换相应文件，即可实现重置功能。

（3）退出系统

在对公交系统进行查询、增加、删除、修改等操作后，系统会提供功能 0：退出公交管理系统，在退出系统时会提示用户是否保存相关数据，未保存则自动调用保存功能。



功能图 15 退出公交管理系统

十一、课程设计总结

当写到课程设计总结这一部分时，刚好是农历三月初一，从着手准备课程设计到现在课设基本完成将近用了三个星期的时间，可以说应该在这方面花费了不少心思吧，至少写到现在我的心情是愉悦的也是满足的。初始数据准备阶段花费了一天时间，增、删、改三个功能的实现用了将近一个星期时间，查询功能实现用了两天，代码优化耗时一天，课程设计报告书写耗时三天时间，整个课程设计进行应该是比较顺利的，在这次课设的过程中，确实学到了很多。

（1）学到了什么

1.整体布局重要性

首先，这次课设让我深刻地明白了整体布局的重要性，从最基本的数据结构设计和整个系统数据存储和管理的思路，还有内部各功能之间的联系，这些都需要在动手敲代码之前想好，有一个大体的框架。之所以将这一点放在第一点，是因为在这次课设中确实栽了一个大坑。

比如：在第一天准备好数据后，没有去考虑过程序向文本读取、存取数据的情况和实现可能性，将文本中的数据按照自己的方式排版，比如空格的缩进之类，然后在写第一个功能：读取数据的时候，发现非常困难，因为空格的存在不得不写很多代码去格式数据读取到程序中，这无疑是多此一举，因而不得不又将文本数据格式恢复到基本格式，这期间浪费了不少时间。

最大的坑应该就是数据管理部分，一开始的思路是在每次进行增加、删除、修改操作时，修改邻接表的结构的同时也直接修改文件内容，这样写第一实现难度有点大，因为进行不同操作时对文件的操作都不同，而且像文件中写入指定数据是一件非常麻烦的事情（因为要考虑文件的数据类型、找到插入的位置、以及如何插入数据），在一开始实现增加功能时，可以说在实现写入文件数据时头痛了几次，不过这不是让我回头是岸的原因，边实现功能边写入数据到文件，会造成程序莫名的崩溃，这是让我在最开始的几天百思不得其解的原因，在继续写下一个功能时，就会发现程序只能一次完成一个功能，我个人觉得应该是文本的修改会对当前运行的程序造成混淆引发错误，所以不得不选择放弃，于是决定采取中间数组存储的方式管理数据：在程序中定义三个全局数组，程序运行开始将文件中数据读取到数组中，然后程序的所有功能都在邻接表和数组上面进行操作，

最后程序运行结束时，将数组中数据保存到文件中即可，这样只用对文件进行一遍操作，不会出现上述问题。

所以，这次课设让我真切明白在一个工程开始下手时，应该提前将数据结构、数据管理和整个系统中数据大致流向和操作有一个整体框架，才能保证编写相关功能时得心应手。

2. 程序实用性

可能目前资历尚浅，谈不上考虑自己程序的实用性，但是这次课程设计中确实有所领悟，这次编写一个公交管理系统，实现每一个功能都或多或少会考虑到用户体验感，比如需要用户输入的地方该怎么处理，以及怎么和用户交互使得用户能清除理解程序的意思，所以在每个功能实现之前，都会提示用户该功能实现的数据输入要求，这些要求都是在功能代码测试时一次一次发现的问题，比如增加路段信息功能，一开始想的就是直接将一个节点插入邻接表中，而后发现还需要将邻接表连接起来，进而发现如果新增路段起始站点和目标站点有不同的约束，比如如果起始站点为公交终点站，就需要修改公交信息，并提示用户这样操作会导致的结果。同样在其他的功能中都有类似的情况，需要及时对用户的请求进行一系列的提示和反馈信息，从而使程序具有更好的实用性。

3. 熟悉邻接表、栈等数据结构的操作

本次课程设计公交线路图的存储为邻接表存储，在查询公交、站点、路线功能中更加熟悉了利用邻接表进行遍历的方法，在增加、删除、修改功能中，也熟悉了邻接表相关增加、删除、修改节点的方法，在本系统中，相关信息的增删改不是简单的操作一个节点，而是在考虑多种情况的同时还要考虑邻接表结构的完整性，因而在编程中需要不断改进，同时在实现遍历路线时也利用到了栈数据结构，对其操作和功能有更加深刻的理解。

4. 寻找有向图中两点之间所有路线算法

在本次课程设计中，涉及最核心的算法便是 4. 寻找有向图中两点之间所有路线算法，利用普遍的深度优先或者广度优先搜索算法不能保证将所有路线都输出，而搜索资料中发现大部分都是无向图中两点之间所有路线的算法，然而公交线路图是有向有环图，因而利用普遍的算法会导致程序无限循环的问题。好在经过不断的搜集资料，找到了最终问题的算法：

涉及两个定义：1.Path 的定义，是一个节点和边交叠出现的序列，并且在这个序列中节点不能重复，边也不能重复。2.DAG 的定义，即不存在环路的有向图，显示本公交线路图是存在环路的有向图。

因而在上述两个定义的前提下，找到了寻找两站点之间所有路线的算法，核心是引入边状态变量：只有一条边的两个顶点都没有访问过，才能判定这条边没有访问过，这样就解决了在遍历过程中因为环路而无限循环的问题以及不会出现重复线路的问题，从而问题得到解决。

（2）可以改进的地方

1.程序存在大量重复

在许多功能中，其实实现的方法大同小异，也有很多大量相同的代码，比如遍历公交路线的算法，重复出现在许多功能中，但因为一些小的不同，而重复书写了大量代码。我觉得可能是因为使用的是 C 语言编写，因此在编写程序过程中发现两个相似功能而细节不同时只能重复书写代码，而如果用面向对象的编程方法，或许会更好，这样在设计相似功能时，直接在类的代码中进行增改即可。

2.函数参数过于复杂

在一开始简单功能的实现时，没有觉得把结构体的数据一个一个传入有太麻烦，因而在一开始的各项功能实现中参数的传递都是单个的变量，没有直接将整个结构体变量传入，从而导致在后面复杂功能实现时参数传递带来的痛苦，每个函数的参数七八个甚至更多，而且含义有歧义，对于别人阅读代码和自己检查代码都带来了相当大的麻烦，比如修改路线函数，既要传入原路线各项属性，又要传入新路线各项属性，以及是哪一部分需要修改的标志，传入单个变量的参数过于复杂，如果传入的参数是结构体变量，那么只需要两个参数足矣。因此这部分是一个可以改进的地方，优化函数参数的形式。

3.功能实现的约束

因为在设计各项功能的实现时，通常会因为很多特殊情况的处理而导致原本简单的代码变得非常冗杂，判断条件相当多，尤其是添加路段信息对新增路线的判断，长达 8 个 if 语句，这无疑是非常不易于理解的，如果能在用户输入数据的时候就进行检测会让整个程序的结构更加简易。

附录：基本操作（增、删、改）源代码

1.邻接表中新增节点

```
void AddNewNodeToMap(BusMap Map,int nBus,int nStart,int nEnd,int distance)
{
    //插入起点的出边链域
    Station *pStation=&Map.stations[nStart];
    Route *pRoute=pStation->routes;
    //创建新节点
    Route *pNewRoute=(Route*)malloc(sizeof(Route));
    pNewRoute->bus=nBus;
    pNewRoute->station=nEnd;
    pNewRoute->distance=distance;

    pNewRoute->next=pRoute;
    pStation->routes=pNewRoute;
}
```

2.添加路段到 ROUTES 数组中相关位置

```
void AddNewRouteToArray(int nBus,int nStart,int nEnd,int nDistance)
{
    extern int *ROUTES;
    extern int ROUTE_NUM;
    ROUTES=(int*)realloc(ROUTES,sizeof(int)*(ROUTE_NUM+1)*4);
    int i,j;
    //寻找插入位置
    for(i=0,j=0; i<ROUTE_NUM; i++,j+=4)
    {
        if(ROUTES[j]==nBus && ROUTES[j+1]==nEnd)
        {
            //目标站点为当前公交线路起点站
            i--;
            break;
        }
        if(ROUTES[j]==nBus && ROUTES[j+2]==nStart)
            break;
    }
    //反向连接数组
    int n=ROUTE_NUM*4,k;
    for(k=ROUTE_NUM-1,j=k*4; k>i; k--,j-=4)
    {
        ROUTES[n]=ROUTES[j];
        ROUTES[n+1]=ROUTES[j+1];
        ROUTES[n+2]=ROUTES[j+2];
```

```
        ROUTES[n+3]=ROUTES[j+3];
        n-=4;
    }
    ROUTES[n]=nBus;
    ROUTES[n+1]=nStart;
    ROUTES[n+2]=nEnd;
    ROUTES[n+3]=nDistance;
    ROUTE_NUM++;
}
```

3.删除邻接表中节点

```
void RemoveNodeToMap(BusMap Map,int nBus,int nStart,int nEnd)
{
    //以 nStart 为线索修改路线
    Station *pStation=&Map.stations[nStart];
    Route *pRoute=pStation->routes;
    Route *preRoure=pRoute;
    while(pRoute!=NULL)
    {
        if(pRoute->bus==nBus && pRoute->station==nEnd)
            break;
        preRoure=pRoute;
        pRoute=pRoute->next;
    }
    if(preRoure==pRoute)
        pStation->routes=pRoute->next;
    else
        preRoure->next=pRoute->next;
    free(pRoute);
}
```

4.删除 ROUTES 数组中路段

```
void RemoveRouteFromArray(int nBus,int nStart,int nEnd)
{
    extern int ROUTE_NUM;
    extern int *ROUTES;
    int i,j;
    for(i=0,j=0; i<ROUTE_NUM; i++,j+=4)
    {
        if(ROUTES[j]==nBus && ROUTES[j+1]==nStart && ROUTES[j+2]==nEnd)
            break;
    }
    for(; i<ROUTE_NUM; i++,j+=4)
    {
        ROUTES[j]=ROUTES[j+4];
        ROUTES[j+1]=ROUTES[j+5];
```

```
        ROUTES[j+2]=ROUTES[j+6];
        ROUTES[j+3]=ROUTES[j+7];
    }
    ROUTE_NUM--;
    ROUTES=(int*)realloc(ROUTES,sizeof(int)*ROUTE_NUM*4);
}
```

5.修改邻接表中节点

```
void ChangeNodeToMap(BusMap &Map,int nBus,int nStart,int changeEnd,int
changeDistance)
{
    //以 nStart 为线索修改路线
    Station *pStation=&Map.stations[nStart];
    Route *pRoute=pStation->routes;
    while(pRoute!=NULL)
    {
        if(pRoute->bus==nBus)
        {
            pRoute->station=changeEnd;
            pRoute->distance=changeDistance;
            break;
        }
        pRoute=pRoute->next;
    }
}
```

6.寻找两站点之间所有路线

```
int QueryRoute(BusMap &Map,int nStartStation,int nEndStation)
{
    //初始化 path 路径数组
    //path 结构为 bus-station-bus-station
    int i;
    int initialPathNum=3,initialPathStationNum=20;
    int **path=(int**)malloc(sizeof(int*)*initialPathNum);
    int *pathStationNum=(int*)malloc(sizeof(int)*initialPathNum);
    for(i=0; i<initialPathNum; i++)
        path[i]=(int*)malloc(sizeof(int)*initialPathStationNum*2);
    path[0][0]=-1;
    path[0][1]=nStartStation;

    //初始化站点栈辅助数组
    int *stationInStack=(int*)malloc(sizeof(int)*Map.station_num);
    for(i=0; i<Map.station_num; i++)
        stationInStack[i]=0;

    //初始化 route status
```

```
    Station *pStation;
    Route *pRoute;
    for(i=0; i<Map.station_num; i++)
    {
        pStation=&Map.stations[i];
        pRoute=pStation->routes;
        while(pRoute!=NULL)
        {
            pRoute->staus=0;
            pRoute=pRoute->next;
        }
    }

    //初始化栈结构
    Stack stationStack,busStack;
    InitStack(stationStack);
    InitStack(busStack);

    //nStartStation 入栈
    PushStack(stationStack,nStartStation);
    PushStack(busStack,-1);
    stationInStack[nStartStation]=1;

    int j,k,nStation;
    int flag=0,pathNum=0;
    while(EmptyStack(stationStack)==false)
    {
        nStation=GetTopStack(stationStack);//栈顶元素出栈
        if(nStation==nEndStation)//找到一条路径
        {
            if(flag==0)
            {
                printf("\n[%s]-[%s]之间存在路线\n",Map.stations[nStart
Station].station,Map.stations[nEndStation].station);
                flag=1;
            }

            pathNum++;
            if(pathNum>initialPathNum)//扩容
            {
                initialPathNum+=2;
                path=(int**)realloc(path,sizeof(int*)*initialPathNum);
                for(i=pathNum-1; i<initialPathNum; i++)
                {
```

```
path[i]=(int*)malloc(sizeof(int)*initialPathStationNum*2);
                    path[i][0]=-1;
                    path[i][1]=nStartStation;
                }

pathStationNum=(int*)realloc(pathStationNum,sizeof(int)*initialPathNum);
            }
            //将栈内站点依次输入 path[pathNum]数组
            pathStationNum[pathNum-1]=GetStackNum(stationStack);
            if(pathStationNum[pathNum-1]>initialPathStationNum)
                path[pathNum-1]=(int*)realloc(path[pathNum-
1],sizeof(int)*pathStationNum[pathNum-1]*2);

            i=pathNum-1;
            path[i][0]=-1;
            path[i][1]=nStartStation;
            for(k=1,j=2; k<pathStationNum[pathNum-1]; k++,j+=2)
            {
                path[i][j]=GetStackElement(busStack,k);
                path[i][j+1]=GetStackElement(stationStack,k);
            }
            //nEndStation 出栈
            PopStack(stationStack);
            PopStack(busStack);
            stationInStack[nEndStation]=0;
            //更新 route status
            updateRouteStatus(Map,nEndStation,stationInStack);
        }
        else
        {
            pStation=&Map.stations[nStation];
            pRoute=pStation->routes;
            while(pRoute!=NULL)
            {
                i=pRoute->station;
                if(stationInStack[i]==0 && pRoute->staus==0)
                {
                    //入栈
                    PushStack(stationStack,i);
                    PushStack(busStack,pRoute->bus);
                    stationInStack[i]=1;
                    pRoute->staus=1;
                    break;
```

```
                }
                pRoute=pRoute->next;
            }
            if(pRoute==NULL)//该节点没有符合要求的后续节点
            {
                //nStation 出栈
                PopStack(stationStack);
                PopStack(busStack);
                stationInStack[nStation]=0;
                updateRouteStatus(Map,nStation,stationInStack);
            }
        }
    }

    if(flag==1)

PrintRoute(Map,nStartStation,nEndStation,pathNum,pathStationNum,path);
    else if(flag==0)
    {
        printf("[%s]-[%s]之间不存在路线！\n\n",Map.stations[nStart
Station].station,Map.stations[nEndStation].station);
        return NONE;
    }

    return 1;
}
```