

华东师范大学数据科学与工程学院上机实践报告

课程名称：算法设计与分析

年级：22 级

上机实践成绩：

指导教师：金澈清

姓名：石季凡

上机实践名称：国家电网超高压网络规划

学号：

上机实践日期：

10225501403

2023. 5. 30

上机实践编号：No. 12

组号：1-403

一、目的

1. 熟悉算法设计的基本思想
2. 掌握最小生成树算法的思路

二、内容与设计思想

国家电网公司想在全国布局超高压输电网络，联通所有省会城市。为了降低成本，并且达到某些硬性要求，国家电网按照以下五种策略进行规划布局。

(1) 要求整个电网的长度最短。12369.451782km

(2) 要求在西宁与郑州拉一根直达专线的情况下，使得整个电网长度最短
12956.065209km

(3) 要求不仅在西宁与郑州之间拉直达专线，还在杭州与长沙之间拉直达专线的情况下，使得整个电网长度最短。13372.289970km

(4) 在香港与澳门、澳门与广州不拉直达线路的前提之下，使得整个电网的长度最短。12797.595216km

(5) 山东、河南、山西、甘肃、青海、新疆以及比他们更北的省份称为北方省份，其余省份称为南方省份。如果在南方省份和北方省份之间仅规划一条直通专线，如何使得整个电网的长度最短。12369.451782km

请分别根据这五种情况计算最优情况。

三、使用环境

推荐使用 C/C++ 集成编译环境。

四、实验过程

1. 编写相关实验代码
2. 写出算法的思路。
3. 输出各组实验的电网数据表，以及电网总长度，并且通过可视化方式进行呈现。

五、总结

【算法思路】：主体思想为 Prim 算法，根据不同问题进行细节调整。

【第一问】：题目要求计算电网的最短长度，其实就是对图生成最小树，其中权值可以根据两地的经纬度计算得到，那么整体的思路如下。

首先，输入 34 个城市的名字以及经纬度，我们此时定义一个结构体，其中包括经度、纬度和名字，然后用结构体指针数组 cities 来存放城市。输入后定义一个二维距离矩阵为 DistanceMatrix，然后开始计算两城市间的距离，其中利用 i、j 来进行遍历，例如 DistanceMatrix[i][j] 指的就是 cities[i] 城市距离 cities[j] 城市间的距离。得到距离后我们进行 Prim 算法。首先定义 Sum=0，用于记录总长度，一个 Distances[34] 数组用于表示其他城市距离电网的最短距离，初始值均为 100000，然后先将 0 号城市放入，即将 Distances[0] 赋值为 0，同时将其他非 0 的 Distances 数组值更新为原数值与距离 0 号位置的距离更小值。接下来我们寻找到整个数组中非 0 的最小值的位置 newInput，Sum+=Distances 将 Distances[newInput] 赋值为 0，同时更新非 0 位置的数值，不断重复上述操作，直到所有城市均被加入电网。

经过以上操作我们可以输出线路图及其长度

沈阳市 -- 长春市 : 279.075967km
长春市 -- 哈尔滨市 : 232.473435km
沈阳市 -- 天津市 : 605.429302km
天津市 -- 北京市 : 109.744326km
天津市 -- 石家庄市 : 262.662343km
石家庄市 -- 太原市 : 172.534102km
石家庄市 -- 济南市 : 268.228024km
太原市 -- 呼和浩特市 : 338.860748km
太原市 -- 郑州市 : 358.809168km
郑州市 -- 西安市 : 435.686598km
郑州市 -- 合肥市 : 465.512557km
合肥市 -- 南京市 : 141.475463km
南京市 -- 杭州市 : 235.446530km
杭州市 -- 上海市 : 164.039796km
合肥市 -- 武汉市 : 317.306633km
武汉市 -- 南昌市 : 262.154190km
南昌市 -- 长沙市 : 289.531093km
南昌市 -- 福州市 : 444.143005km
福州市 -- 台北市 : 250.622242km
西安市 -- 兰州市 : 505.960476km
兰州市 -- 西宁市 : 194.278095km
兰州市 -- 银川市 : 343.112289km
长沙市 -- 广州市 : 564.429651km
广州市 -- 澳门 : 106.634230km
澳门 -- 香港 : 64.004833km
澳门 -- 海口市 : 421.967134km
海口市 -- 南宁市 : 365.227887km
南宁市 -- 贵阳市 : 447.881155km
贵阳市 -- 重庆市 : 329.196686km
重庆市 -- 成都市 : 265.981617km
贵阳市 -- 昆明市 : 435.472439km
成都市 -- 拉萨市 : 1249.667856km
西宁市 -- 乌鲁木齐市 : 1441.901912km

电网总长度为 12369.451782km，上述路线绘制成图如下



【第二问】：只需要在加入西宁或者郑州的时候将另外一个城市一并加入并记录长度即可。也可以提前放入两个城市再进行其他的城市放入。最终得到路线及长度如下。

- 西宁 -- 郑州 : 1092.573903km
- 西宁市 -- 兰州市 : 194.278095km
- 兰州市 -- 银川市 : 343.112289km
- 郑州市 -- 太原市 : 358.809168km
- 太原市 -- 石家庄市 : 172.534102km
- 石家庄市 -- 天津市 : 262.662343km
- 天津市 -- 北京市 : 109.744326km
- 石家庄市 -- 济南市 : 268.228024km
- 太原市 -- 呼和浩特市 : 338.860748km
- 郑州市 -- 西安市 : 435.686598km
- 郑州市 -- 合肥市 : 465.512557km
- 合肥市 -- 南京市 : 141.475463km
- 南京市 -- 杭州市 : 235.446530km
- 杭州市 -- 上海市 : 164.039796km
- 合肥市 -- 武汉市 : 317.306633km
- 武汉市 -- 南昌市 : 262.154190km
- 南昌市 -- 长沙市 : 289.531093km
- 南昌市 -- 福州市 : 444.143005km

福州市 -- 台北市 : 250.622242km
 长沙市 -- 广州市 : 564.429651km
 广州市 -- 澳门 : 106.634230km
 澳门 -- 香港 : 64.004833km
 澳门 -- 海口市 : 421.967134km
 海口市 -- 南宁市 : 365.227887km
 南宁市 -- 贵阳市 : 447.881155km
 贵阳市 -- 重庆市 : 329.196686km
 重庆市 -- 成都市 : 265.981617km
 贵阳市 -- 昆明市 : 435.472439km
 天津市 -- 沈阳市 : 605.429302km
 沈阳市 -- 长春市 : 279.075967km
 长春市 -- 哈尔滨市 : 232.473435km
 成都市 -- 拉萨市 : 1249.667856km
 西宁市 -- 乌鲁木齐市 : 1441.901912km
 总长为 12956.065209km。绘制成图如下



【第三问】：同第二问思路，在第二问的前提下，添加杭州或者长沙时把另外一个城市一并加入并记录长度即可。得到路线以及长度如下。

西宁 -- 郑州 : 1092.573903km
 西宁市 -- 兰州市 : 194.278095km
 兰州市 -- 银川市 : 343.112289km

郑州市 -- 太原市 : 358.809168km
太原市 -- 石家庄市 : 172.534102km
石家庄市 -- 天津市 : 262.662343km
天津市 -- 北京市 : 109.744326km
石家庄市 -- 济南市 : 268.228024km
太原市 -- 呼和浩特市 : 338.860748km
郑州市 -- 西安市 : 435.686598km
郑州市 -- 合肥市 : 465.512557km
合肥市 -- 南京市 : 141.475463km
南京市 -- 杭州市 : 235.446530km
杭州市 -- 长沙市 : 733.531394km
杭州市 -- 上海市 : 164.039796km
长沙市 -- 南昌市 : 289.531093km
南昌市 -- 武汉市 : 262.154190km
南昌市 -- 福州市 : 444.143005km
福州市 -- 台北市 : 250.622242km
长沙市 -- 广州市 : 564.429651km
广州市 -- 澳门 : 106.634230km
澳门 -- 香港 : 64.004833km
澳门 -- 海口市 : 421.967134km
海口市 -- 南宁市 : 365.227887km
南宁市 -- 贵阳市 : 447.881155km
贵阳市 -- 重庆市 : 329.196686km
重庆市 -- 成都市 : 265.981617km
贵阳市 -- 昆明市 : 435.472439km
天津市 -- 沈阳市 : 605.429302km
沈阳市 -- 长春市 : 279.075967km
长春市 -- 哈尔滨市 : 232.473435km
成都市 -- 拉萨市 : 1249.667856km
西宁市 -- 乌鲁木齐市 : 1441.901912km
总长度为 13372.28997km, 绘制成图如下。



【第四问】：修改距离矩阵，将香港、澳门之间的距离修改为 100000，澳门、广州间的距离修改为 100000 即可。得到路线及长度如下。

沈阳市 -- 长春市 : 279.075967km
 长春市 -- 哈尔滨市 : 232.473435km
 沈阳市 -- 天津市 : 605.429302km
 天津市 -- 北京市 : 109.744326km
 天津市 -- 石家庄市 : 262.662343km
 石家庄市 -- 太原市 : 172.534102km
 石家庄市 -- 济南市 : 268.228024km
 太原市 -- 呼和浩特市 : 338.860748km
 太原市 -- 郑州市 : 358.809168km
 郑州市 -- 西安市 : 435.686598km
 郑州市 -- 合肥市 : 465.512557km
 合肥市 -- 南京市 : 141.475463km
 南京市 -- 杭州市 : 235.446530km
 杭州市 -- 上海市 : 164.039796km
 合肥市 -- 武汉市 : 317.306633km
 武汉市 -- 南昌市 : 262.154190km
 南昌市 -- 长沙市 : 289.531093km
 南昌市 -- 福州市 : 444.143005km
 福州市 -- 台北市 : 250.622242km
 西安市 -- 兰州市 : 505.960476km

兰州市 -- 西宁市 : 194.278095km
兰州市 -- 银川市 : 343.112289km
长沙市 -- 广州市 : 564.429651km
广州市 -- 香港 : 131.026831km
广州市 -- 海口市 : 467.755666km
海口市 -- 南宁市 : 365.227887km
海口市 -- 澳门 : 421.967134km
南宁市 -- 贵阳市 : 447.881155km
贵阳市 -- 重庆市 : 329.196686km
重庆市 -- 成都市 : 265.981617km
贵阳市 -- 昆明市 : 435.472439km
成都市 -- 拉萨市 : 1249.667856km
西宁市 -- 乌鲁木齐市 : 1441.901912km
总长度为 12797.595216km, 绘制成图如下。



【第五问】：输入时先输入北方城市再输入南方城市，即前 14 个北方城市，后 20 个为南方城市，在加入电网时，前 14 次操作先只在 Distances 数组的前 14 个位置进行搜索，然后第 15 次操作加入最接近的南方城市，并且将 Distances 数组的后 20 个位置都修改为距离第 15 次加入的城市的距离，接下来再进行正常的操作。南北方城市划分如下。

哈尔滨市 126.642464, 45.756966 N
北京市 116.405289, 39.904987 N
天津市 117.190186, 39.125595 N

呼和浩特市 111.751990, 40.841490 N
银川市 106.232480, 38.486440 N
太原市 112.549248, 37.857014 N
石家庄市 114.502464, 38.045475 N
济南市 117.000923, 36.675808 N
郑州市 113.665413, 34.757977 N
西安市 108.948021, 34.263161 S
武汉市 114.298569, 30.584354 S
南京市 118.76741, 32.041546 S
合肥市 117.283043, 31.861191 S
上海市 121.472641, 31.231707 S
长沙市 112.982277, 28.19409 S
南昌市 115.892151, 28.676493 S
杭州市 120.15358, 30.287458 S
福州市 119.306236, 26.075302 S
广州市 113.28064, 23.125177 S
台北市 121.5200760, 25.0307240 S
海口市 110.199890, 20.044220 S
南宁市 108.320007, 22.82402 S
重庆市 106.504959, 29.533155 S
昆明市 102.71225, 25.040609 S
贵阳市 106.713478, 26.578342 S
成都市 104.065735, 30.659462 S
拉萨市 91.11450, 29.644150 S
香港 114.165460, 22.275340 S
澳门 113.549130, 22.198750 S

最终得到路线如下

乌鲁木齐市 -- 西宁市 : 1441.901912
西宁市 -- 兰州市 : 194.278095
兰州市 -- 银川市 : 343.112289
银川市 -- 呼和浩特市 : 540.024881
呼和浩特市 -- 太原市 : 338.860748
太原市 -- 石家庄市 : 172.534102
石家庄市 -- 天津市 : 262.662343
天津市 -- 北京市 : 109.744326
石家庄市 -- 济南市 : 268.228024
太原市 -- 郑州市 : 358.809168
天津市 -- 沈阳市 : 605.429302
沈阳市 -- 长春市 : 279.075967
长春市 -- 哈尔滨市 : 232.473435
郑州市 -- 西安市 : 435.686598
西安市 -- 重庆市 : 574.239142
重庆市 -- 成都市 : 265.981617
重庆市 -- 贵阳市 : 329.196686

贵阳市 -- 昆明市 : 435.472439
 贵阳市 -- 南宁市 : 447.881155
 南宁市 -- 海口市 : 365.227887
 海口市 -- 澳门 : 421.967134
 澳门 -- 香港 : 64.004833
 澳门 -- 广州市 : 106.634230
 广州市 -- 长沙市 : 564.429651
 长沙市 -- 南昌市 : 289.531093
 南昌市 -- 武汉市 : 262.154190
 武汉市 -- 合肥市 : 317.306633
 合肥市 -- 南京市 : 141.475463
 南京市 -- 杭州市 : 235.446530
 杭州市 -- 上海市 : 164.039796
 南昌市 -- 福州市 : 444.143005
 福州市 -- 台北市 : 250.622242
 成都市 -- 拉萨市 : 1249.667856
 总长度为 12512.242771km, 绘制成图如下



【总结】：经过以上实验，我对于图最小树生成有了更深刻的理解，并且理解了这些算法如何与实际应用相结合。