

所属类别	2024 年“华数杯”全国大学生数学建模竞赛	参赛编号
本科生组		CM2402638

## 优化外国游客行程的数学建模与应用：以中国城市为例

### 摘要

随着我国免签政策落实，更多外国游客来中国旅游，促进了中国文化传播发展，也带来景点评价问题和路线规划问题。本文针对题中的四个任务进行建模分析，科学地展现中国景点的情况、城市对游客的吸引程度，对不同需求的游客制定合理路线。

问题一需求出 352 个城市景点最高分、获评最高分的景点数、获评最高分景点最多的城市数量和拥有最高分景点数量前十的城市。我们首先进行数据预处理，剔除不合理的评分信息和城市信息，数据清洗完成后，将所有信息汇总到表格中，使用 STATA 软件和 EXCEL 软件进行相关分析，得到结果：最高分为 5 分，有 2392 个景点获评了最高分，玉溪市是获评最高分景点最多的城市（21 个），拥有最高分景点数量前十的城市排序是：玉溪、益阳、烟台、潍坊、大兴安岭、自贡、周口、邢台、保定、雅安。

问题二要求在遵循城市最佳景点游览原则的基础上，结合城市规模、环境保护、人文底蕴、交通便利、气候、美食等因素，对 352 个城市进行综合评价，选出“最令外国游客向往的 50 个城市”。我们选择使用 TOPSIS（优劣解距离法）和 AHP（层次分析法）方法分析，先找出评价城市规模、环境保护等一级指标的二级指标，结合城市最佳景点游览原则，添加“该城市景点的最高评分”指标。使用 TOPSIS 熵权法分析二级指标所占的权重，对每个城市的一级指标进行评分，再使用 AHP 层次分析法，构建判断矩阵，得到综合评分，选出综合评分最高的 50 个城市，作为“最令外国游客向往的 50 个城市”，详细结果请见附录。

问题三明确游客从广东入境，在 144 小时内，在最佳 50 个城市中进行选择，城际交通选择高铁，最大化游玩城市数量和游玩体验。我们建立了数学中图论的模型，点代表城市，边代表高铁线路，赋予时间权重和游玩体验权重，高铁通行时间由邻接矩阵表示，并考虑旅客每天需要 8 小时的睡眠。我们采用贪心算法，选择一个能够到达且游玩体验权重最大的城市，用 Python 求解得到路线为：广州→深圳→东莞→北京→武汉→杭州→成都→佛山→重庆→揭阳→梅州→中山→湛江→肇庆。

问题四在问题三的基础上减弱游玩体验要求，最小化门票和交通费，我们沿用图的模型，采用改进的贪心策略，每一步的选择计算从当前城市出发可访问的所有城市的费用时间，选择在时间限制内最低费用路径。用 Python 求解得到的路线为：广州→佛山→肇庆→东莞→惠州→汕尾→潮州→揭阳→汕头→梅州→河源→深圳→江门→阳江→茂名→湛江→嘉兴→上海→绍兴→宁波→杭州→金华→丽水→温州→福州。

问题五要求只游览山类景区，自行优化入境城市，最大化山类景点游览量，最小化门票、交通费用。我们采用贪心算法和启发式算法相结合的策略，构建基于组合优化算法的旅游路线规划模型，每次选择当前最优的城市来访问，启发式方法通过多次尝试不同的初始条件来接近最优解，找到一个最优的旅游路线：南京→南通→合肥→宁波→宁德→广州→中山→梅州→汕头。

最后，我们对建立的旅游路线最优化模型进行了复杂性、敏感性分析，并提出了优缺点和可以改进的地方。

**关键词：**旅游路线；TOPSIS；AHP；贪心算法；组合优化

## 一、 问题重述

问题一：题目给出了我国 352 个城市的旅游景点数据集，包括景点名称、地址、评分等数据，每个城市有 100 条数据，并要求求出这 35200 ( $352 \times 100$ ) 个景点的最高评分 (Best Score, 简称 BS)，有多少个景点获评了 BS，以及获评 BS 景点最多的城市有哪些，并列出了拥有 BS 景点数量最多的城市并进行排序。

问题二：在外国游客遵循“城市最佳景点游览原则”，要求根据城市规模、环境环保、人文底蕴、交通便利，气候、美食等因素，评价 322 个城市的旅游适合程度，选出评分最高的 50 个城市作为“最令外国游客向往的 50 个城市”

问题三：明确游客从广东入境，希望在 144 小时的时间限制内，在最佳 50 个城市中进行选择，最大化游玩城市数量和游玩体验，城际交通选择高铁通行。要求列出具体的游玩路线，包括所花时间、门票及交通费用以及可以游玩的景点数量。

问题四：明确游客依然从广东入境，时间限制仍为 144 小时，最大化游玩城市数量，但需要门票及交通费用尽可能少，城际交通选择高铁通行，以此规划旅游路线，并列出具体的游玩路线，包括门票和交通的总费用、总花费时间以及可以游玩的城市数量。

问题五：明确游客只游览中国的山景，且入境城市不确定，希望游览尽可能多的山，同时最小化门票和交通的总费用，城际交通选择高铁通行，据此给出具体的游玩路线，包括总的花费时间、门票及交通总费用以及可以游玩的景点数量。

## 二、 问题分析

### 2.1 问题一的分析

对于问题一给出的 352 个数据文件，首先进行数据预处理，在城市方面，剔除 352 个城市中互相包含的城市（或景点），例如武当山属于景区，不应被包含在城市中；在景点方面，对于评分异常的景区，在查证缺失没有评分后进行剔除，还发现有景区信息有所重复，也进行相应剔除。数据清洗完成后，将所有景区数据合并到汇总表格中，并用 STATA 软件和 EXCEL 软件进行相关分析，得到相关结果。

### 2.2 问题二的分析

对于问题二，我们需要对 352 个城市进行综合评价，并选出“最令外国游客向往的 50 个城市”，我们选择使用 TOPSIS（优劣解距离法）和 AHP（层次分析法），具体而言，我们先找出可以评价城市规模、环境环保、人文底蕴、交通便利、气候、美食这六类“一级指标”的一些“二级指标”，再考虑到游客遵循“城市最佳景点游览原则”，再添加“该城市景点的最高评分”这一指标。对于每一类“一级指标”，使用 TOPSIS 熵权法分析二级指标所占的权重，并据此对每个城市的一级指标进行评分，得到每个城市的每类一级指标的评分后，再结合题中所给的“城市最优景点游览原则”使用 AHP 层次分析法，构建决策矩阵，对每个城市打一个综合评分，选出综合评分最高的 50 个城市。

### 2.3 问题三的分析

问题三是路径规划问题，针对该问题，我们建立了数学中图论的模型，以点代表城市，边代表高铁线路。每个城市有两个属性：**时间权重**（代表在该城市游玩的所需时间）和**游玩体验权重**（代表在该城市的游玩体验质量），也就是图中点的权重，其中时间权重采用的是该城市评分最高的景点中推荐游玩时间最少的，游玩体验权重则是第 2 题求得的城市综合得分；各城市之间的高铁通行时间由一个邻接矩阵表示，矩阵的每个

元素代表两个城市之间的到达时间。问题的目标是在 144 小时内（考虑旅客每天需要 8 小时的睡眠，即每 16 小时的游玩时间作为一天的单位），选择一条游览路径，使得在游览最多城市的情况下，游玩体验权重最大化，同时，确保每个城市只能访问一次。

我们采用了贪心算法。在每一步选择中都选择当前情况下的最优选项，即在剩余时间内选择一个能够到达且游玩体验权重最大的城市。我们考虑的因素如下：

1. **城市之间的旅行时间**：不同城市之间的旅行时间由一个邻接矩阵表示，矩阵中的元素表示从一个城市到另一个城市的所需时间。

2. **城市内的游玩时间和体验**：每个城市有特定的景点游玩时间和游玩体验权重，游玩时间需要计入总时间的消耗，而游玩体验权重需要尽量最大化。

3. **时间约束**：总的游玩时间不能超过 144 小时，考虑到睡眠时间，每天的游玩时间不能超过 16 小时。

利用贪心算法，我们用 Python 计算出了最优的旅游路线和相关时间数据

## 2.4 问题四的分析

问题四是路径规划问题，在问题三的基础上变更了游客的游览目标，希望最大化游览城市，同时最小化门票和交通的总费用。首先我们挑选出每个城市的最优景点，并提取出每个城市最优景点的花费时间列表和门票列表，再根据 12306 官方信息构建城市间互通高铁时间矩阵、价格矩阵。

接着沿用问题三的思路，我们采用改进的贪心策略，在每一步的选择中，计算从当前城市出发可访问的所有未访问城市的费用和时间，优先选择在时间限制内的最低费用路径，并更新总时间和总费用，将选择的城市加入访问路径，并标记为已访问。通过这种方式选择出最符合游客要求的旅游路线。

## 2.5 问题五的分析

问题五是组合优化问题，需要我们自己确定最优的起点城市。需要同时优化两个目标：一方面要最大化访问的城市数量，另一方面要最小化总费用。由于每个城市的访问时间和城市间的旅行时间不同，且每次的决策都可能影响后续的选择，因此需要综合考虑各个城市之间的时间和费用权衡。这种问题通常属于 NP 难问题，传统的穷举法无法在合理时间内给出解，因此我们采用了贪心算法和启发式算法相结合的策略，构建了基于组合优化算法的旅游路线规划模型，每次选择当前最优的城市来访问，而启发式方法则通过多次尝试不同的初始条件来接近最优解。通过这种方式，我们可以在复杂的限制条件下找到一个最优的旅游路线。

# 三、 模型假设

1. 题目所给来自“<https://travel.qunar.com/>”的大部分评分数据是公正的，没有广告干扰；
2. 旅客乘坐高铁和飞机只选择直达班次，而不进行换乘，且不存在先上车后补票的行为；
3. 旅客每天的睡眠时间为 8 小时，且将睡眠安排在宾馆等场所，不在高铁、景区内睡眠。
4. 旅客乘坐高铁选择的是二等座，通过 12306 官方购票。

## 四、 符号说明

符号	说明	单位
$C$	城市集合	/
$t_i$	时间权重	小时
$e_i$	游玩体验权重	/
$P$	游玩线路	/
$E(P)$	路径中所有边的集合	/
$V_{visited}$	访问的城市集合	/
$E_{chosen}$	选择的路径集合	/
$T_{total}$	总时间	小时
$sleeptime$	休息时间	小时
$daysspent$	花费的天数	天
$C_{total}$	总费用	元
$T_{current}$	已经消耗的时间	小时
$T_{ij}$	从城市 $C_i$ 到城市 $C_j$ 的高铁时间	小时
$F_i$	在城市 $C_i$ 的游玩门票费用	元
$x_{ij}$	二进制变量, 如果从城市 $C_i$ 到 $C_j$ , 则 $x_{ij} = 1$ , 否则为 0	/

## 五、 模型的建立与求解

### 5.1 问题一模型的建立与求解

#### 5.1.1 数据预处理

(1) 对于互相包含的城市（景点）进行剔除。

在 352 个文件中我们发现, 有个别“城市”（景点）是包含在另一个城市中的, 此类数据见表 1。

表 1 被剔除的包含在一个城市中的景点

文件名（城市名）	包含的城市（或区域）
武当山	江西省萍乡市
长白山	吉林省延边朝鲜族自治州
太湖	江苏省南部、浙江省北部

(2) 对于评分异常的景区进行查证和剔除。

在数据文件中, 我们发现有一些景区的评分是异常的。根据数据来源的评分规则, 景区评分 (Score) 的数据范围应当是  $0 < \text{SCORE} \leq 5$ , 因此我们对于数据范围外的景区信息进行查证 (包括评分为 0 的、评分为“——”的和评分为空白的)。如果确实为评分数据异常, 则予以剔除, 如果有更新, 则更新新的数据。我们列举了部分评分异常的景区信息, 见表 2。

表 2 部分评分异常的景区信息

所属城市	景区名称	评分
鹤岗	松鹤西湖滑雪狩猎场	--
鹤岗	新华农场水上公园 Xinhua Farm Water Park	0
黔西南	安龙招堤 Anlong Zhaodi	(空白)

(3) 对重复的景区信息进行剔除。

在数据文件中,我们发现有些景区信息是重复的,例如天门市的“东湖公园 Donghu Park”景点,重复出现了9次,见图。我们列举了部分重复的景区信息,见表3。

名字	链接	地址	介绍	开放时间	图片链接	评分	建议游玩时间	建议季节	门票	小贴士	Page	城市
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		1	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		3	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		4	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		5	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		6	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		7	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		8	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		9	天门
东湖公园Donghu	http://travel.qunar.com/p/				https://tr-osd	5	建议游览时间: 2小时 - 3小时		具体收费情况以现场公示为主		10	天门

图 1 天门市的“东湖公园的景点”, 重复出现了9次

表 3 重复景点

景点名称	所属城市	重复次数
东湖公园 Donghu Park	天门市	9
胡家花园 Hujia Garden	天门市	9
郁金香基地 Yujinxiang Base	五家渠	10
阿拉尔市文化馆 Aral Cultural Center	阿拉尔	9

再进行了这些数据预处理后,我们得到一张涵盖所有符合要求的景点表格,见附件。

### 5.1.2 数据整合结果及处理

(1) 35200 个景点评分的最高分 (BS) 是多少?

使用 STATA 软件的 summarize 代码,对所有景点的评分进行描述性统计,得到描述性统计的结果如表,并生成景区评分数量分布图。

表 4 描述性统计结果

统计指标	数量	平均数	标准差	最小值	最大值
评分	13,835	4.379046	0.5900404	1	5

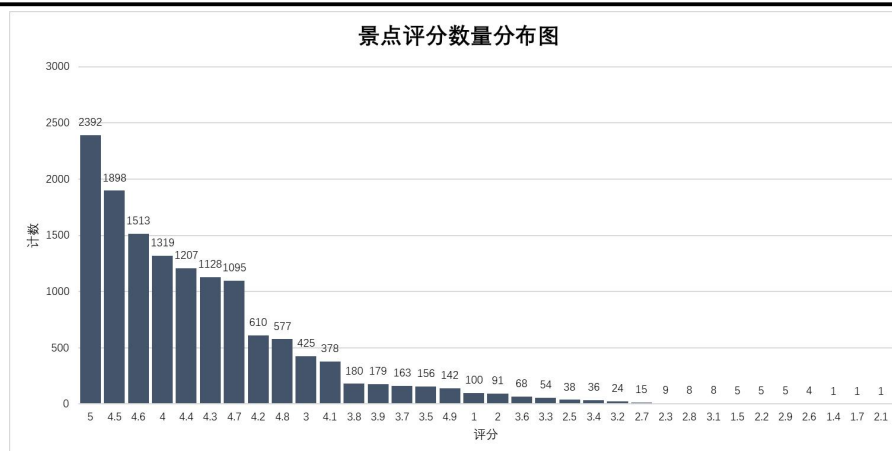


图 2 评分分布

根据描述性统计结果,评分最大值为5,因此景点评分的最高分 (BS) 是5。

(2) 全国有多少个景区获评了 BS（5 分）评分？

使用 Excel 的筛选功能，列出所有评分为 5 的景区数量，并进行计数，得到全国有 2392 个景区获评了 BS（5 分）评分。

(3) 获评了 BS（5 分）景点最多的城市有哪些？

使用 Excel 的数据透视表功能，“行”栏为“评分”和“城市”，“值”栏为“计数项：城市”，进行数据透视，再对 5 分城市进行降序排列，得到 BS（5 分）景点最多的城市是玉溪市，共有 21 个 BS 评分的景点。五星景点分布的城市数据请见附录。

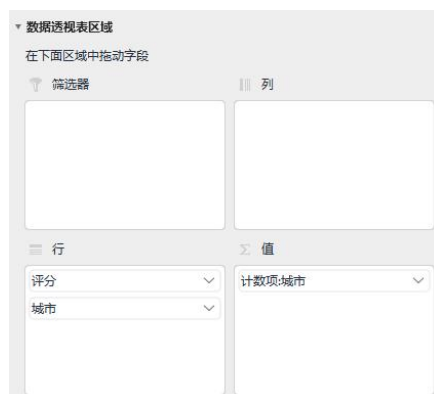


图 3 数据透视表

(4) 列出拥有 BS（5 分）景点数量前十城市并排序。

在 (3) 的数据透视表中进行了降序排列，即可得到拥有 BS（5 分）景点数量前十城市：

表 5 BS 前十的城市

城市	拥有 BS 景点数量
玉溪	21
益阳	20
烟台	18
潍坊	18
大兴安岭	18
自贡	16
周口	16
邢台	16
保定	15
雅安	14

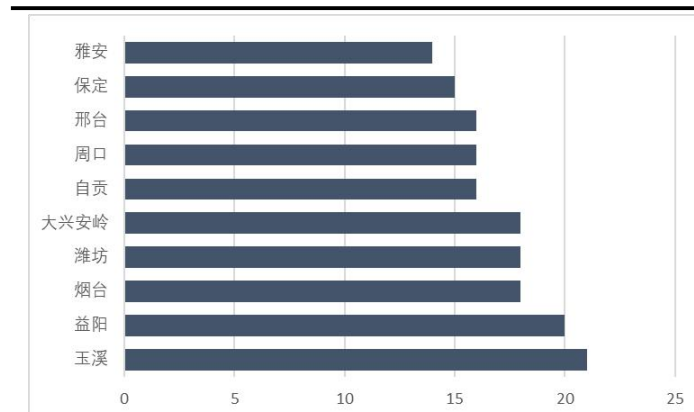


图 4 前十城市

5.2 问题二模型的建立与求解

5.2.1 城市数据和指标选取

我们整合了中国城市统计年鉴（中国统计出版社）、1 中国五批 3610 个国家级非物质文化遗产空间分布数据（中国非物质文化遗产数字博物馆）、城市餐馆数量（大众点评等平台数据综合），构建了一张城市指标的数据表。并进行以下数据处理：

- 对于缺少统计数据的个别冷门城市进行剔除。
- 对于数据缺失的数据进行合理填充，例如取平均值，埃尔米特三次插值等。

我们将所有指标分为六大类：城市规模、环境环保、人文底蕴、交通便利，气候、美食，具体细分指标见图。

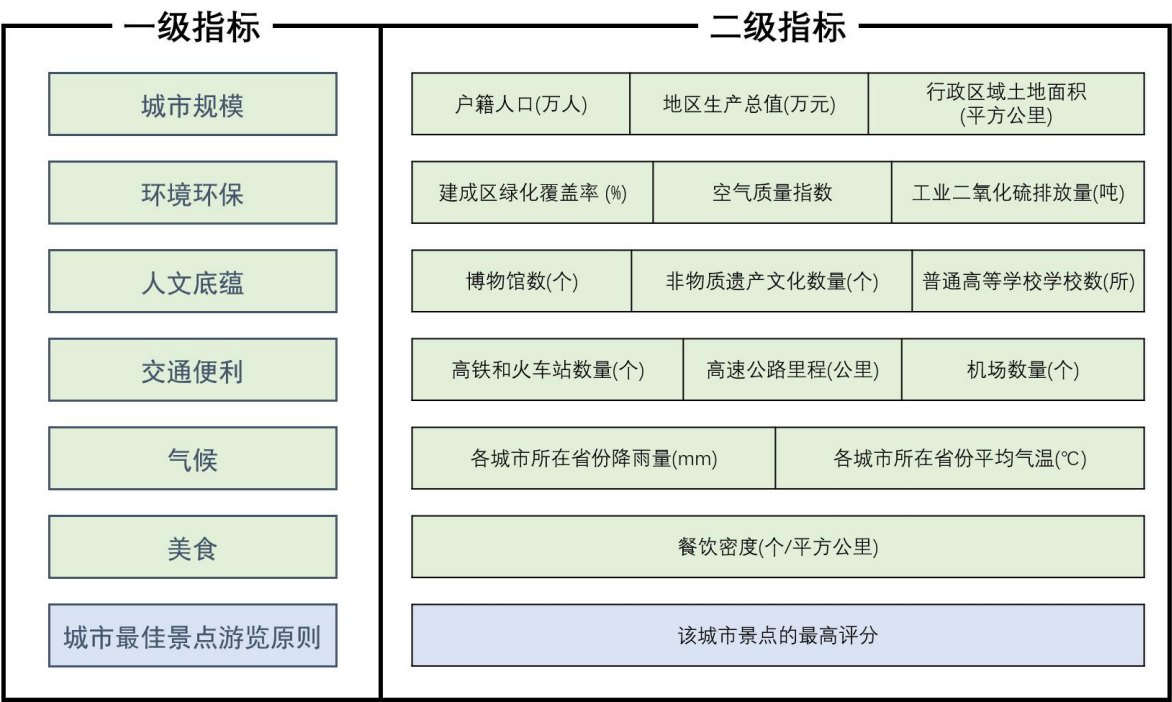


图 5 指标图

5.2.2 对一级指标进行 TOPSIS 熵权法评分

(1) TOPSIS 熵权法的原理和评价步骤

熵这一热力学概念由 C.E. Shannon 引入信息论，系统每种状态出现的概率为 $p_i(i = 1,2,3...,m)$ ，则系统的熵定义为

$$e = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$$

熵权法是一种客观赋权方法，可以根据各指标（在本题中就是各类一级指标下的二级指标）的变异程度，利用信息熵计算出各指标的熵权，从而得到更加客观的指标权重，并进行评分。

熵权法的评价步骤如下：

设有 $n$ 个评价对象， $m$ 个评价指标变量，第 $i$ 个评价对象关于第 $j$ 个指标变量的取值为 $a_{ij}(i = 1,2, ..., n; j = 1,2, ..., m)$ ，构造数据矩阵 $X = (x_{ij})_{n \times m}$ 。在本题中，评价对象是城市，评价指标变量为各二级指标。

**Step 1: 将所有数据正向化、同质化:**

对于正向指标:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}}{\max\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\} - \min\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}}$$

对于负向指标:

$$x'_{ij} = \frac{\max\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\} - x_{ij}}{\max\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\} - \min\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}}$$

对于中间型指标（希望靠近某一值），先化为正向指标:

$$x_{ij} = |x_{ij} - EXPECT|$$

其中 $EXPECT$ 为所希望靠近的值。再用正向指标的公式即可。

为了方便起见，进行处理后的数据 $X' = (x'_{ij})_{n \times m}$ 仍记为 $X = (x_{ij})_{n \times m}$ 。

**Step 2: 计算第*i*评价对象关于第*j*个指标值的比重:**

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$$

**Step 3: 计算第*j*个指标的熵值:**

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, j = 1, 2, \dots, m$$

**Step 4: 计算第*j*个指标的变异系数:**

$$g_j = 1 - e_j, j = 1, 2, \dots, m$$

对于第*j*个指标， $e_j$ 越大，说明其变异程度就越小。

**Step 5: 计算第*j*项指标的权重:**

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}, j = 1, 2, \dots, m$$

**Step 6: 计算第*i*个评价对象的综合评价值:**

$$s_i = \sum_{j=1}^m w_j p_{ij}$$

**(2) 运用 TOPSIS 熵权法对一级指标进行评分**

根据熵权法评价的基本步骤，先对个城市的各类二级指标进行正向化、同质化。在选取的指标中，“各城市所在省份的年降雨量”和“各城市所在省份的平均气温”为中间型指标，转化为正向指标后，进行熵权法，得到的结果如表所示。

表 6 熵权法结果

一级指标	二级指标	信息熵值 e	信息效用值 d	权重(%)
城市规模	户 籍 人 口 ( 万 人 )	0.954	0.046	17.117



环境环保	地区生产总值 (万元)	0.892	0.108	40.092
	行政区域土地 面积(平方公里)	0.884	0.116	42.791
	建成区绿化覆 盖率 (%)	0.998	0.002	10.478
	空气质量指数	0.984	0.016	80.393
	工业二氧化硫 排放量(吨)	0.998	0.002	9.128
人文底蕴	博物馆数(个)	0.903	0.097	35.959
	非物质遗产文 化数量(个)	0.974	0.026	9.687
	普通高等学校 学校数(所)	0.853	0.147	54.354
交通便利	高铁和火车站 数量(个)	0.967	0.033	31.815
	高速公路里程 (公里)	0.952	0.048	45.353
	机场数量(个)	0.976	0.024	22.832
气候	2019 年各城市 所在省份降雨 量 (mm) 【处 理后的】	0.947	0.053	59.173
	2020 年各城市 所在省份平均 气温 (°C) 【处 理后的】	0.964	0.036	40.827
美食	门店密度			
城市最佳景点 游览原则	该城市景点的 最高评分		正向化、同质化处理	

据此，根据公式

$$C = \frac{D^-}{D^+ + D^-}$$

计算得到 TOPSIS 评价法评分结果。得到各城市关于一级指标的评分，下表展示了部分城市的各级指标评分。详细的评分表格请见附录。

表 7 评分表格

城市	城市规模	环境环保	人文底蕴	交通便利	气候	美食	评分分数
七台河	0.014	0.359	0.021	0.306	0.536	0.553	1
万宁	0.008	0.368	0.024	0.137	0.921	1.633	1

三亚	0.015	0.407	0.056	0.136	0.921	9.691	1
三明	0.070	0.336	0.155	0.225	0.592	0.589	1
三门峡	0.041	0.309	0.125	0.267	0.278	0.884	1
上海	0.491	0.589	0.649	0.103	0.379	29.012	1
上饶	0.112	0.376	0.109	0.250	0.605	0.959	1

### 5.2.3 对城市综合表现用 AHP 层次分析法进行评分。

在 5.2.2 中，我们已经得到了所有城市对一级指标的评分，在本节，我们将使用 AHP 层次分析法，构建判断矩阵，确定不同一级指标的权重，再对所有城市进行综合评分。

#### (1) AHP 层次分析法的原理和基本步骤

层次分析法是一种解决多目标的复杂问题的定性与定量相结合的决策分析方法。该方法将定量分析与定性分析结合起来，用决策者的经验判断各衡量目标之间能否实现的标准之间的相对重要程度。层次结构模型：

1. 最高层(目标层)：决策的目的、要解决的问题；（本问题是城市综合表现）
2. 中间层(准则层或指标层)：考虑的因素、决策的准则；（准则层是各一级指标）
3. 最低层(方案层)：决策时的备选方案；（方案层是我们决策的备选方案，即所有备选城市）

基本步骤如下：

- 构造判断(成对比较)矩阵；

表 8 比较矩阵

相对重要性	定义
1	同等重要
3	略微重要
5	相当重要
7	明显重要
9	绝对重要
2,4,6,8	两个相邻判断的中间值
1-3	略微不重要
1-5	相当不重要
1-7	明显不重要
1-9	绝对不重要
1/2,1/4,1/6,1/8	两个相邻判断的中间值

- 对判断矩阵的一致性进行检验。

CI 为度量判断矩阵偏离一致性指标,  $CI = (\lambda - n)/(n - 1)$  , CI 越大, 判断矩阵 一致性越差, CI 为 0 时, 判断矩阵具有完全一致性。CR 为一致性比率, 公式为:  $CR = CI/RI$ , 其中 RI 为平均随机一致性指标, 当  $CR < 0.1$  时可以认为判断矩阵的一致性可以接受。

- 求解判断矩阵的特征向量。采用方根法计算矩阵特征向量的近似值。

第一步：计算判断矩阵 A 每行元素乘积的 n 次方根：

$$M_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$$

第二步：将  $M_i$  归一化：

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

第三步：计算判断矩阵最大特征根

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{nw_i}$$

(2) 对一级指标进行 AHP 层次分析

- 构建判断矩阵

表 9 判断矩阵

指标	城市规模	环境环保	文化底蕴	交通便捷	气候	餐馆密度	最高评分
城市规模	1	0.5	0.333	0.5	0.333	0.5	0.143
环境环保	2	1	0.5	0.333	0.5	1	0.143
文化底蕴	3	2	1	1	2	5	0.143
交通便捷	2	3	1	1	2	3	0.143
气候	3	2	0.5	0.5	1	2	0.143
餐馆密度	2	1	0.2	0.333	0.5	1	0.143
最高评分	7	7	7	7	7	7	1

- 根据 AHP 层次分析法计算权重和得分  
使用 spsspro 软件进行 AHP，得到结果如下：

表 10 AHP 结果

AHP 层次分析结果				
一级指标	特征向量	权重值(%)	最大特征根	CI 值
城市规模评分	0.286	4.091	7.402	0.067
环境环保评分	0.405	5.786		
文化底蕴评分	0.943	13.475		
交通便捷评分	0.851	12.161		
气候评分	0.62	8.858		
餐馆密度	0.377	5.379		
最高评分	3.517	50.25		

层次分析法的权重计算结果显示，城市规模评分的权重为 4.091%，环境环保评分的权重为 5.786%，文化底蕴评分的权重为 13.475%，交通便捷评分的权重为 12.161%，气候评分的权重为 8.858%，餐馆密度的权重为 5.379%，最高评分的权重为 50.25%。

一致性检验如下：

表 11 一致性检验结果

一致性检验结果
---------

最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
7.402	0.067	1.341	0.05	通过

因为  $CR < 0.1$ ，所以一致性检验通过。因此所计算出的权重是有效的。接下来根据权重计算得分。

得分  $C = \sum w_i c_{ij}$ ，即城市对应一级指标评分（经过同趋势化处理）。部分城市的评分见下表。综合评分左侧的各一级指标的评分是经过归一化处理的评分，以消除量纲的影响。详细的评分表格请见附录。

表 12 评分表

地区	城市规模	环境环保	人文底蕴	交通便利	气候	美食	评分分数	综合得分
七台河	0.0235	0.1808	0.0053	0.4161	0.5205	0.0066	1.0000	61.1701
万宁	0.0105	0.1949	0.0087	0.1312	1.0000	0.0066	1.0000	62.0272
三亚	0.0249	0.2598	0.0461	0.1309	1.0000	0.0066	1.0000	62.9611
三明	0.1299	0.1429	0.1605	0.2802	0.5905	0.0066	1.0000	62.4453
三门峡	0.0737	0.0982	0.1250	0.3503	0.1986	0.0066	1.0000	58.8586
上海	0.9357	0.5590	0.7292	0.0756	0.3244	0.0066	1.0000	70.9669
上饶	0.2107	0.2080	0.1071	0.3213	0.6056	0.0066	1.0000	63.0657
东方	0.0083	0.1527	0.0064	0.1308	1.0000	0.0066	0.4286	33.0234
东莞	0.2921	0.5996	0.2465	0.6823	0.9303	0.0066	1.0000	74.8086
东营	0.1071	0.1314	0.2062	0.4455	0.1744	0.0066	1.0000	61.2248

我们对综合评分进行排序，得到“最令外国游客向往的 50 个城市”，结果如下表。

表 13 TOP 50 城市

城市	综合得分	排名
广州	82.65325352	1
深圳	79.50179888	2
东莞	74.80858869	3
北京	73.8105174	4
武汉	73.50705156	5
佛山	72.36229472	6
杭州	72.34271806	7
成都	71.98965027	8
重庆	71.79874511	9
揭阳	71.52870868	10
中山	71.27441554	11
梅州	71.14911974	12
肇庆	71.08713018	13
云浮	71.05732014	14
茂名	71.04772243	15
湛江	71.04459754	16
潮州	71.03558913	17
惠州	70.98569358	18
上海	70.96689995	19
江门	70.96503902	20
珠海	70.95855536	21

汕头	70.87610367	22
韶关	70.69092934	23
河源	70.45676313	24
汕尾	70.17944108	25
阳江	70.12875781	26
哈尔滨	69.94828115	27
宁波	69.68114324	28
佳木斯	69.07229884	29
温州	68.56004407	30
绍兴	68.1616326	31
伊犁	67.96189782	32
南昌	67.80951548	33
嘉兴	67.56079251	34
金华	67.51307534	35
南京	67.33582374	36
湖州	67.19418336	37
南宁	67.10648757	38
济南	66.94969585	39
哈密	66.86746328	40
丽水	66.69230399	41
呼伦贝尔	66.57771225	42
乌鲁木齐	66.5491159	43
天津	66.52759805	44
衢州	66.50747612	45
舟山	66.35265042	46
合肥	66.22967574	47
福州	66.20945145	48
吐鲁番	65.85021956	49
石家庄	65.44736533	50

### 5.3 问题三模型的建立与求解

#### 5.3.1 挑选出每个城市的最优景点

考虑到游客希望在有限的时间内玩尽可能多的城市，同时追求综合游玩体验最好，并且遵循“每个城市只选择一个评分最高的景点游玩”的城市最佳景点游览原则，我们首先挑选出问题二得到的前五十五名的城市的最优景点并整理其评分、费用和花费时间。挑选标准是：在每个城市中筛选出评分最高的景点，如果最高评分的景点唯一，则选择该景点；如果最高评分的景点不唯一，则选择游玩花费时间最少的景点。根据这个标准，我们挑选出了 50 个城市的 50 个最优景点，并整理出他们的评分、门票费用（免费景点的费用记为 0）和推荐游玩时间，见表。

表 14 景区列表

城市	名字	评分	费用（元）	时间（小时）
广州	熊猫馆	5	25	2
深圳	金龟村	5	200	2
东莞	东城周屋悠闲公园	5	0	2

北京	长城公园 Changchen Park	5	40	1
武汉	武汉梨园景区	5	0	1
佛山	三水长岐古村	5	0	1
杭州	富春江 Fuchun River	5	30	3
成都	成都爱道堂	5	0	1
重庆	红岩顶	5	150	2
揭阳	大北山水库 Dabeishan Reservoir	5	0	1
中山	虎逊岩	5	0	1
梅州	李惠堂故居	5	15	1
肇庆	城东清真寺 Chengdong Mosque	5	0	1
云浮	东成文化广场 Dongcheng Cultural Square	5	0	2
茂名	笔架山 Bijia Mountain Forest Park	5	15	3
湛江	银帆公园 Yinfan Park	5	20	2
潮州	西湖石坊	5	0	0.5
惠州	蓝小鸭萌宠乐园	5	70	1
上海	德莱蒙德住宅 Drummond Residence	5	10	2
江门	佛恩寺	5	0	0.5
珠海	白沙滩	5	0	1
汕头	潮阳西环山森林公园	5	15	1
韶关	韶石山 Shaoshishan	5	15	1
河源	河源恐龙博物馆 Dinosaur Fossils Museum	5	40	2
汕尾	南海寺 Nanhai Temple	5	15	1
阳江	阳江阳帆豆豉展览馆	5	15	1
哈尔滨	香坊火车站	5	0	1
宁波	冯骥才祖居博物馆 Fengjicai Zuju Museum	5	0	1
佳木斯	乌苏大桥 Wusu Bridge	5	0	0.5
温州	华东大峡谷 Huadongda Canyon	5	70	3
绍兴	西小路	5	0	2
伊犁	葛洲坝玉湖景区	5	40	1
南昌	南昌华侨城·运动公园	5	0	2.5
嘉兴	谈仙岭石城 Tanxianling Stone City	5	50	1
金华	孝子祠公园	5	0	1
南京	明城墙公园 The Ming Dynasty Wall Park	5	0	2
湖州	谢安墓 Xie'anmu	5	25	1
南宁	不孤村人文景观	5	0	1
济南	济北王墓 Tomb of Prince Jibei	5	30	1
哈密	白杨河佛教遗址 Baiyang River Buddhism Ruins	5	40	1
丽水	举水月山村	5	0	1
呼伦贝尔	达永山景区 Dayong Mountain Scenic Area	5	70	2
乌鲁木齐	南山国家森林公园 Nan Mountain National Forest Park	5	50	2
天津	七里海 Qilihai Scenic Resort	5	35	2
衢州	衢州天王塔沉浸式艺术馆	5	60	1

舟山	金鸡山渔村 Jinji Mountain Fishing Village	5	0	1
合肥	撮街	5	0	1
福州	北岚岭 Beilanling	5	0	1.5
吐鲁番	沙雕区 Sand Sculpture	5	0	2
石家庄	唐宋古城 Tang & Song Ancient City	5	80	1.5

### 5.3.2 构建城市高铁互通时间矩阵

我们收集了 2022-2023 年中国高铁车次数据，计算出选出的 50 个城市高铁交通往来所需要的时间（单位：小时）。

数据处理方面，对于同始发站的高铁车次，我们将用时取为平均数，以代表整体平均用时；对于无法通过高铁直达的城市往来路线，我们设交通时间为无限大（+inf），具体到矩阵上，我们设为 9999999，由于游客的总时间只有 114 小时，因此不可能选择这类不可直达的路线。这样构成了城市高铁互通时间矩阵（50×50）。由于矩阵数量庞大，在正文中列出从上海出发到达部分城市的高铁通行时间。

表 15 高铁用时

	上海出发的高铁用时（时间）
广州	13.067
深圳	12.601
东莞	16.044
北京	6.511
武汉	5.94
佛山	25.75
杭州	1.615
成都	27.183
重庆	14.283
揭阳	10.107
中山	12.35

完整的城市高铁互通时间矩阵请见附录。

### 5.3.3 点、边“权重”说明

平移数学图论中的概念，对于图中的点（城市）权重，我们采用的是**时间权重**（代表在该城市游玩的所需时间）和**游玩体验权重**（代表在该城市的游玩体验质量，用问题二中的综合评分表示），我们的目标是让旅行路线的时间权重的累加（还包括下文提到的边权时间权重）不超过 144 小时，并最大化旅行路线中经过的游玩体验权重的和。

对于图中边（高铁线路）的权重，我们采用的是先将各城市之间的旅行时间由一个邻接矩阵表示，矩阵的每个元素代表两个城市之间的旅行时间（即 5.3.2 中的高铁互通时间矩阵）。

### 5.3.4 构建基于贪心算法的旅游路线最优化模型

#### （1）贪心算法的基本原理和主要步骤

**贪心算法**（Greedy Algorithm）是一种用于在每一步选择中都做出在当前看来是最优的选择的算法范式，目标是通过一系列局部最优选择来获得全局最优解或接近最优的解，基本思想是在问题的求解过程中，不断地选择在当前状态下最优的选项，而不考虑全局可能的变化，在本题中，就是在当前未访问的城市中，选择一个能够在剩余时间内到达且具有最大游玩体验权重的城市，更新路径集和访问记录集。首先选择初始状态，并初始化解集（通常为空），再根据贪心策略，从当前状态中选择一个最优选项，然后

将选择的选项加入解集中，并更新当前状态，重复选择和更新过程，直到达到算法的终止条件。

本问题使用贪心算法的合理性依赖于贪心选择性质和最优子结构。对于本问题，当局部最优解能够构成全局最优解时，贪心算法能保证得到全局最优解，即在 144 小时内（考虑旅客每天需要 8 小时的睡眠，即每 16 小时的游玩时间作为一天的单位），选择一条游览路径，使得在游览最多城市的情况下，游玩体验权重最大化。同时，确保每个城市只能访问一次。

#### 贪心算法的数学表示如下：

对于一个包含多个元素的集合  $S$ ，假设每个元素  $e \in S$  都有一个权重  $w(e)$ 。贪心算法的目标是从中选取一个子集  $A \subseteq S$ ，使得这个子集满足约束条件，并最大化（或最小化）子集的权重总和。数学步骤为：

1. 初始解集  $A = \emptyset$
2. 当  $S \neq \emptyset$  时，选择  $e \in S$  使得  $w(e)$  在当前条件下最大化或最小化。
3. 将  $e$  加入解集  $A$  中，更新问题的状态  $S$ 。
4. 重复上述步骤，直到满足算法终止条件。

### (2) 用贪心算法建立旅游路线最优化模型

#### I. 构建基于贪心算法旅游路线优化模型

在本题中，我们需要为游客规划一条从广州出发的旅行路线。旅行中每个城市有两个属性：时间权重（代表在该城市游玩的所需时间）和游玩体验权重（代表在该城市的游玩体验质量）。此外，各城市之间的旅行时间由一个邻接矩阵表示，矩阵的每个元素代表两个城市之间的旅行时间。

问题的目标是在 144 小时内（考虑旅客每天需要 8 小时的睡眠，即每 16 小时的游玩时间作为一天的单位），选择一条游览路径，使得在游览最多城市的情况下，游玩体验权重最大化。同时，确保每个城市只能访问一次。

我们假设有一个城市集合  $C$ ，其中每个城市  $i \in C$  有两个权重：时间权重  $t_i$  和游玩体验权重  $e_i$ 。

城市之间的高铁通行时间由矩阵  $T_{ij}$  表示，其中矩阵元素  $t_{ij}$  表示从城市  $i$  到城市  $j$  的高铁通行时间。

问题的约束条件是：总的高铁交通时间与城市游玩时间之和不超过 144 小时，即

$$\sum_{i \in P} t_i + \sum_{(i,j) \in E(P)} T_{ij} \leq 144$$

其中， $P$  是选择的游玩路线（这是图中的一条路）， $E(P)$  是路径中所有边的集合。

此外，我们假设游客每天需要 8 小时的睡眠，实际每天的游玩时间（包括交通时间）不超过 16 个小时。因此我们还需要在过程中追踪游玩的天数  $d$ ，并确保每天有玩的时间不超过 16 个小时，总时间分为多天使用，公式表述如下：

<b>总游玩时间 <math>\leq</math> 天数 <math>\times</math> 16</b>
--

目标是最大化游玩体验权重的总和，即：

$$\text{Maximize } \sum_{i \in P} e_i$$

设计 Python 程序来进行贪心算法的求解，具体的流程如下：



1. **初始化**: 从广州（起点）开始，设定剩余时间为 144 小时，初始化一个空的路径集  $P$  和访问记录集  $V$ 。
2. **选择下一个城市**: 在当前未访问的城市中，选择一个能够在剩余时间内到达且具有最大游玩体验权重的城市，更新路径集  $P$  和访问记录集  $V$ 。
3. **更新天数和剩余时间**: 每天的游玩时间不能超过 16 小时，因此我们需要跟踪天数并根据每一天的实际游玩时间进行调整。
4. **终止条件**: 如果没有剩余时间或没有合适的城市可以访问，则算法终止，输出当前路径集  $P$  作为结果。

详细的建模思路图请见图。

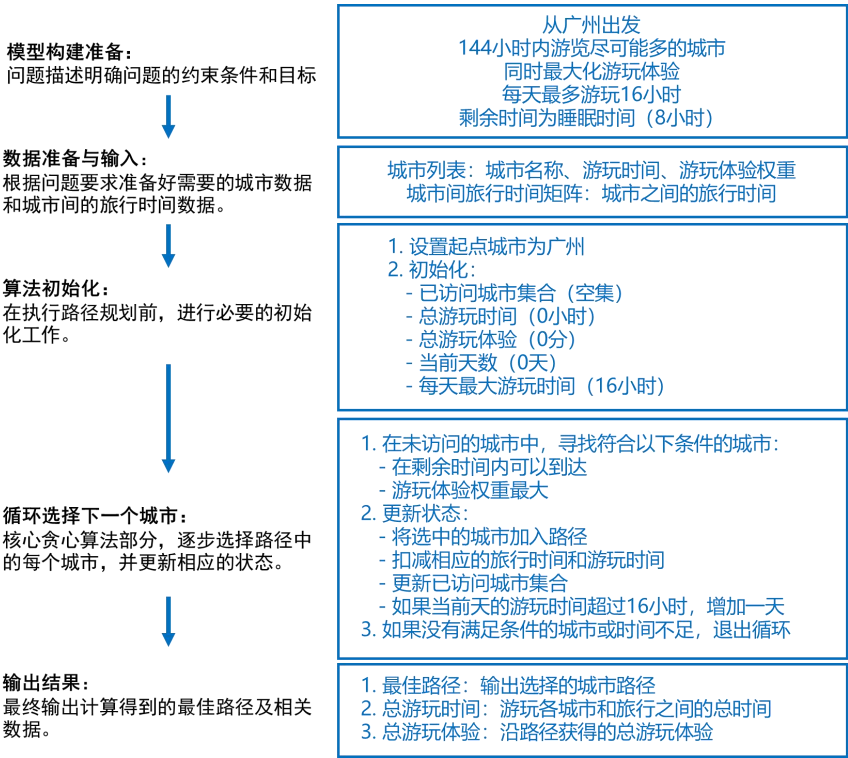


图 6 流程图

III. 求解结果

最佳城市路径：

广州→深圳→东莞→北京→武汉→杭州→成都→佛山→重庆→揭阳→梅州→中山→湛江→肇庆

对应的游玩景点、门票、城市往来时间、高铁票（高铁票由 12306 查询得到）见下表：

表 16 游玩路径

序号	城市	景点	门票	游玩时间	前往下一站的高铁时间	高铁票价
1	广州	熊猫馆	25	2	1.195	199.5
2	深圳	金龟村	200	2	0.728	39.5
3	东莞	东城周屋悠闲公园	0	2	18.825	960
4	北京	长城公园 Changchen Park	40	1	9.585	521
5	武汉	武汉梨园景区	0	1	5.43	295

6	杭州	富春江 Fuchun River	30	3	28.606	622
7	成都	成都爱道堂	0	1	8.517	565
8	佛山	三水长岐古村	0	1	11.075	443
9	重庆	红岩顶	150	2	26.1	697
10	揭阳	大北山水库 Dabeishan Reservoir	0	1	1.025	29
11	梅州	李惠堂故居	15	1	5.033	314
12	中山	虎逊岩	0	1	2.971	213
13	湛江	银帆公园 Yinfan Park	20	2	3.767	62.5
14	肇庆	城东清真寺 Chengdong Mosque	0	1	/	/

计算得到：

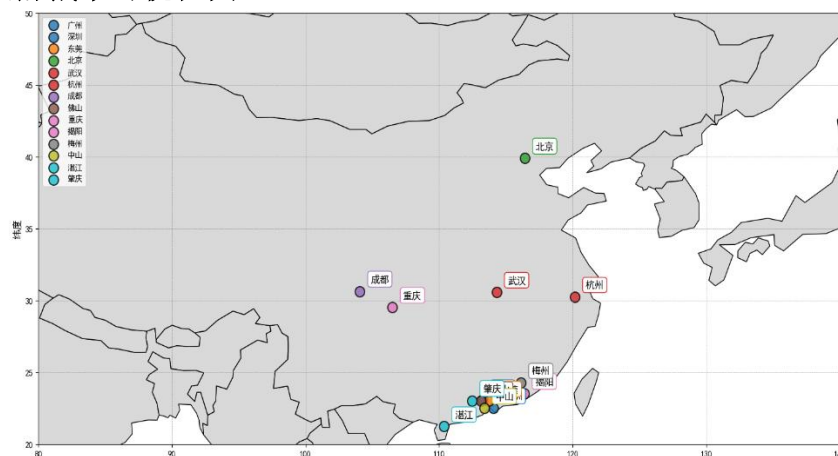
总时间为 143.875 小时，在规定的时间内，且尽可能利用了所有的时间。

门票总费用：480 元。

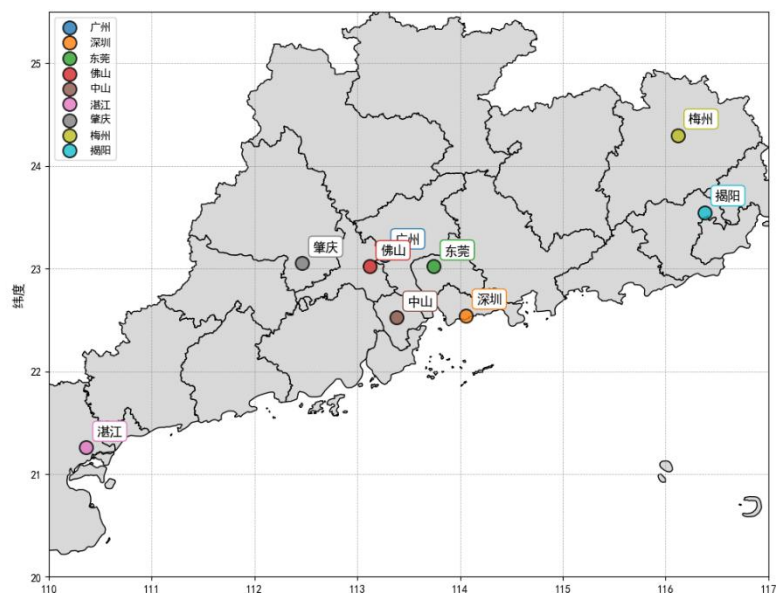
交通总费用：4960.5 元。

可以游玩的景点数量：14 个

选择的旅游城市可视化图：



在广东省内选择的的城市较多，因此对广东省进行放大，表示得更清晰：



可以看到，游客选择的\*\*城市主要位于广东省，其余选择分布在东部沿海城市和中\*\*部经济发达的城市。

## 5.4 问题四模型的建立与求解

### 5.4.1 构建城市高铁互通价格矩阵

根据 12306 官方信息，我们查询到了这 50 个城市两两往来乘坐高铁的平均费用（对于一条路线有多个价格类型的，我们取平均值处理），并构建了城市高铁互通价格矩阵。由于数据量庞大，正文中仅列出上海到部分城市的高铁价格（平均），见表。

### 5.4.2 其他数据说明

城市高铁互通时间矩阵在问题三中已经得到。

在本题中，游客希望游玩城市数量尽可能多，有希望门票和交通的总费用尽可能少，因此在选择每个城市的最优景点时，我们应当综合考虑门票费用和所用时长，详细的 50 个城市的最优景点请见附录。

表 17 高铁费用

	上海 →	广州	深圳	东莞	北京	武汉
从上海出发的高铁费用（元）		801.58	708.51	754.55	613.17	376.32
	上海 →	佛山	杭州	成都	重庆	揭阳
从上海出发的高铁费用（元）		828.92	77.96	1010.08	825.26	654.40

### 5.4.3 点、边“权重”说明

与问题三类似，我们构建了数学图论的模型来描述这个问题。

图中有 50 个点，代表 50 个城市，点和点之间有边相连，每两个点之间有边。

边有两个“权重”，其中一个权重是费用权重，代表从一个点到另一个点坐高铁所需要花的费用，另一个权重是时间权重，代表从一个点到另一个点坐高铁所需要花的时间。

每个点也是有两个权重的，一个是门票权重，代表在这个城市游玩所需要花的门票费用，一个是时间权重，代表在这个城市游玩所需要花的时间。

我们的目标就是对这个图的问题进行最优化处理，找到费用权重累计和最小且经过点的数量最多的一条旅游路线，即图中的一条路。

### 5.4.4 构建基于改进的贪心策略的旅游路线最优化模型

#### （1）改进的贪心策略的原理和主要步骤

我们已经在问题三中阐述了贪心策略的原理和详细的数学表达，在本节中，我们详细描述我们基于贪心策略进行的改进和主要步骤。

贪心算法的数学表示可以看作：

设 $S$ 为最终的解， $g(x_i)$ 为在第 $i$ 步做出的局部最优解，则 $S = \sum_{i=1}^n g(x_i)$ ，其中 $n$ 表示决策的总步数。

在处理复杂的路径规划问题时，原始的贪心算法存在不足之处，例如重复访问同一节点或忽略整体时间和费用的约束。为了更好地解决这些问题，我们对贪心算法进行了以下改进：

- 避免重复访问：在每一步选择中，确保不重复访问已经访问过的城市，从而避免陷入局部最优解。
- 综合考虑时间和费用限制：在做出贪心选择时，不仅考虑当前路径的费用最小化，还需要确保在总时间限制内可以完成游玩。

- 目标最大化：在最大化访问城市数量的同时，尽量最小化总费用，满足时间和费用的双重约束。

改进后的贪心算法在每一步选择时，首先计算访问一个新的城市所需的总时间和总费用，然后判断是否在允许范围内。如果是，则选择这个城市，并更新路径和状态。在本题中，我们希望

①最小化费用：

$$\text{Minimize } C_{total} = \sum_{v_i \in V_{visited}} c_i + \sum_{e_{ij} \in E_{chosen}} c_{ij}$$

其中 $V_{visited}$ 表示访问的城市集合， $E_{chosen}$ 表示选择的路径集合

②最大化城市数量：

$$\text{Maximize } |V_{visited}|$$

同时限制总时间不能超过 144 小时：

$$T_{total} = \sum_{v_i \in V_{visited}} t_i + \sum_{e_{ij} \in E_{chosen}} t_{ij} + \text{sleeptime} + \text{daysspent} \leq 144$$

其中 $\text{sleeptime}$ 是每天假设的 8 小时休息时间， $\text{daysspent}$ 表示花费的天数。

其他相关公式和符号表示说明请见下文详细的建模过程。

## (2) 构建基于改进的贪心算法的旅游路线优化模型

在这个模型中，我们的目标是设计一条旅游路线，起始于广州市，在 144 小时的限制下访问尽可能多的城市，并且最小化总的门票费用和交通费用。

### I. 问题定义与参数设置

我们需要在给定的城市集合中，从广州市出发，规划一条旅游路线，在时间和费用约束下访问尽可能多的城市。每个城市和城市之间的路径都有对应的权重。

- 城市集合

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

代表所有可以访问的城市。

节点（城市）权重：

- 门票费用 $c_i$ ：城市 $v_i$ 的游玩费用。
- 游玩时间 $t_i$ ：城市 $v_i$ 的游玩时间。
- 路径集合

$$E = \{e_{ij}\}$$

代表城市之间的路径。

边（路径）权重：

- 高铁费用 $c_{ij}$ ：从城市 $v_i$ 到城市 $v_j$ 的高铁费用。
- 高铁时间 $t_{ij}$ ：从城市 $v_i$ 到城市 $v_j$ 的高铁时间。

时间限制 $T_{max}$ ：整个旅游路线的总时间不超过 144 小时。

### II. 目标函数与约束条件

- 目标函数

目标是最大化访问的城市数量，同时最小化总费用：

#### 1. 最大化访问的城市数量：

$$\text{Maximize } |V_{\text{visited}}|$$

其中,  $V_{\text{visited}}$  表示已经访问的城市集合。

## 2. 最小化总费用:

$$\text{Minimize } C_{\text{total}} = \sum_{v_i \in V_{\text{visited}}} c_i + \sum_{e_{ij} \in E_{\text{chosen}}} c_{ij}$$

其中,  $E_{\text{chosen}}$  表示选择的路径集合。

### ● 约束条件

#### 1. 时间约束:

$$T_{\text{total}} = \sum_{v_i \in V_{\text{visited}}} t_i + \sum_{e_{ij} \in E_{\text{chosen}}} t_{ij} + \text{sleep\_time} \times \text{days\_spent} \leq T_{\text{max}}$$

其中:

$T_{\text{total}}$  表示整个行程的总时间。

$\text{sleep\_time}$  是每天的休息时间, 通常为 8 小时。

$\text{days\_spent}$  是行程中花费的天数。

#### 2. 访问城市不重复:

$$v_i \in V_{\text{visited}} \quad \text{且} \quad v_i \text{ 仅访问一次}$$

#### 3. 路径连通性:

$$\text{若 } v_j \in V_{\text{visited}}, \text{ 则存在 } e_{ij} \in E_{\text{chosen}} \text{ 使得 } v_i \in V_{\text{visited}}$$

该约束确保每个访问的城市都有相应的路径连接。

## III. 贪心选择与算法步骤

### ● 贪心选择标准:

在每一步中, 选择下一个城市时, 需要综合考虑费用和时间:

#### 1. 时间约束检查:

$$T_{\text{current}} + t_{ij} + t_j + \text{sleep\_time} \times \text{days\_spent\_current} \leq T_{\text{max}}$$

其中,  $T_{\text{current}}$  是当前已经消耗的时间。

#### 2. 费用最小化:

$$\text{Minimize } (c_{ij} + c_j)$$

在满足时间约束的前提下, 选择从当前城市  $v_i$  到未访问城市  $v_j$  的最小费用路径。

### ● 贪心算法实现步骤

#### 1. 初始化:

■ 从起始城市  $v_{\text{start}}$  出发。

■ 初始化访问路径  $\text{'path'}$ , 将起始城市标记为已访问  $V_{\text{visited}}$ 。

#### 2. 迭代选择:

■ 对于每个未访问的城市  $v_j$ , 计算从当前城市  $v_i$  出发到  $v_j$  的总时间和总费用。

■ 如果时间满足约束, 选择费用最小的城市  $v_j$ 。

■ 更新当前时间和费用，更新访问路径和已访问的城市集合。

3. 终止条件：

当没有满足条件的城市可选时，终止算法，输出最终路径。

● 输出结果

1. 总费用：

$$C_{\text{total}} = \sum_{k=1}^m (c_{i_k} + c_{i_k i_{k+1}})$$

其中， $m$ 表示访问的城市数量， $i_k$ 表示路径中第 $k$ 个城市， $i_{k+1}$ 表示路径中第 $k+1$ 个城市。

2. 总时间：

$$T_{\text{total}} = \sum_{k=1}^m (t_{i_k} + t_{i_k i_{k+1}}) + \text{sleep\_time} \times \text{days\_spent}$$

其中， $t_{i_k}$ 表示在城市 $i_k$ 的游玩时间， $t_{i_k i_{k+1}}$ 表示从城市 $i_k$ 到 $i_{k+1}$ 的高铁时间。

3. 选择标准：

$$\text{Minimize } (c_{ij} + c_j) \quad \text{subject to } T_{\text{current}} + t_{ij} + t_j \leq T_{\text{max}}$$

### III. 计算结果

用 Python 计算模型结果，得到最优的旅游路线：

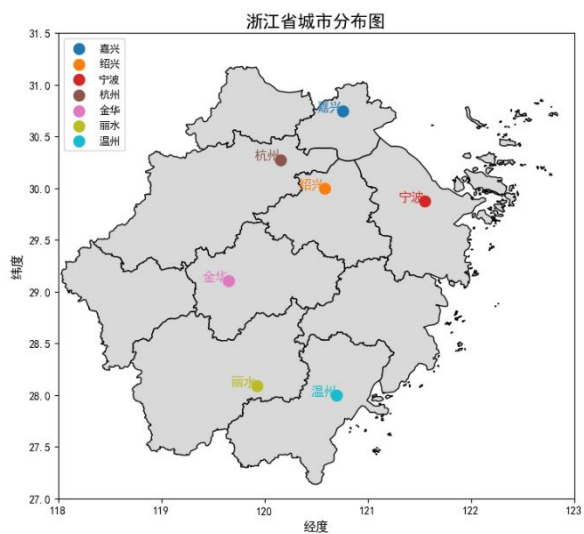
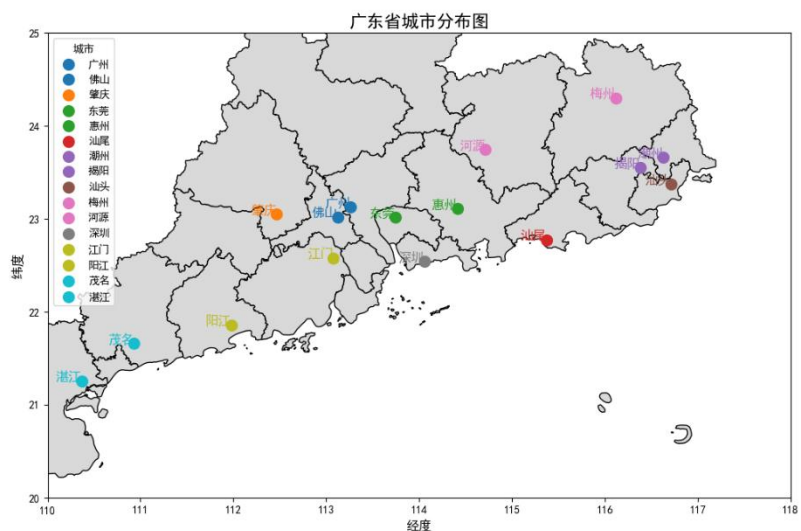
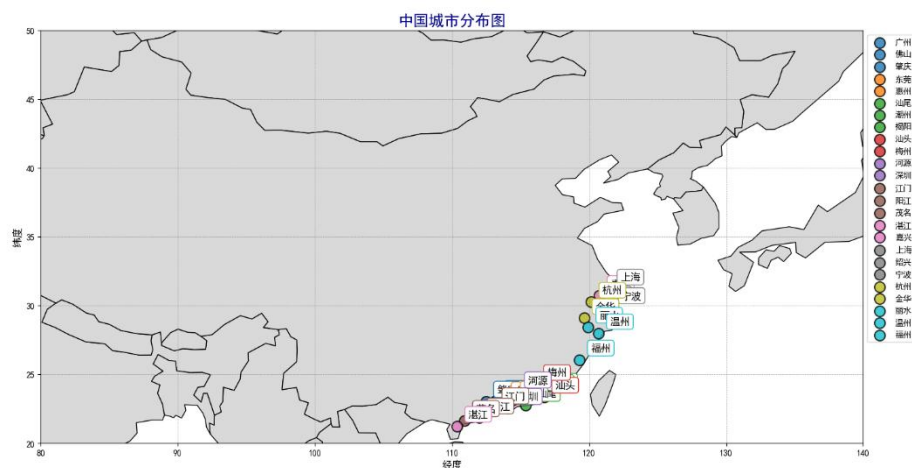
表 18 游玩路线

序号	城市	前往下一站的交通费（元）	前往下一站的高铁乘坐时间（小时）	游玩的景点	门票价格（元）	游玩时间（小时）
1	广州	15.64	0.60	熊猫馆	25	2
2	佛山	31.51	1.13	三水长岐古村	0	1
3	肇庆	83.95	2.92	城东清真寺 Chengdong Mosque	0	1
4	东莞	24.04	1.33	东城周屋悠闲公园	0	2
5	惠州	46.00	0.94	蓝小鸭萌宠乐园	70	1
6	汕尾	71.23	1.70	南海寺 Nanhai Temple	15	1
7	潮州	24.93	0.79	西湖石坊	0	0.5
8	揭阳	40.66	1.67	大北山水库 Dabeishan Reservoir	0	1
9	汕头	67.16	2.60	潮阳西环山森林公园	15	1
10	梅州	87.48	4.82	李惠堂故居	15	1

11	河源	89.70	5.11	河源恐龙博物馆 Dinosaur Fossils Museum	40	2
12	深圳	80.96	2.04	金龟村	200	2
13	江门	62.13	1.52	佛恩寺	0	0.5
14	阳江	55.94	1.51	阳江阳帆豆豉展览馆	15	1
15	茂名	47.78	1.24	笔架山 Bijia Mountain Forest Park	15	3
16	湛江	-120.06	6.47	银帆公园 Yinfan Park	20	2
17	嘉兴	40.94	1.59	谈仙岭石城 Tanxianling Stone City	50	1
18	上海	101.88	3.02	德莱蒙德住宅 Drummond Residence	10	2
19	绍兴	52.15	2.09	西小路	0	2
20	宁波	77.14	1.60	冯骥才祖居博物馆 Fengjicai Zuju Museum	0	1
21	杭州	18.32	2.43	富春江 Fuchun River	30	3
22	金华	52.14	1.53	孝子祠公园	0	1
23	丽水	62.44	2.27	举水月山村	0	1
24	温州	137.57	3.32	华东大峡谷 Huadongda Canyon	70	3
25	福州	/	/	北岚岭 Beilanling	0	1.5

计算得到：

<p>总时间为 139.74 小时，在规定的时间内，且尽可能利用了所有的时间。</p> <p>门票总费用：590 元。</p> <p>交通总费用：1251.64 元。</p> <p>可以游玩的城市数量：25 个。</p> <p>旅游路线城市可视化图：</p>
---





5.5 问题五模型的建立与求解

5.5.1 数据预处理：筛选山类景区

考虑到在问题五中，城市的选择范围不局限于“最令外国游客向往的 50 个城市”而是拓展到 352 个城市，而且每个城市只游玩一座评分最高的山，因此我们在 352 个城市中筛选出拥有山类景区的城市（共 242 个城市符合条件），对于拥有多个山类景区的城市，我们挑选出最优质的山类景区。部分城市-山类景区对应表见表格。

表 19 景点信息

城市	评分	景点	游览时间
七台河	4.7	仙洞山风景区 Xiandongshan Scenic Area	12 小时
三亚	5	五指山 Wuzhishan	2 小时
三门峡	4.9	仰韶仙门山景区	12 小时
上饶	5	三清山风景区 Sanqingshan Scenic Area	3 天
东莞	4.5	观音山旅游风景区 Guanyin Mountain National Forest Park	4 小时
中山	4.7	五桂山 Wuguishan	4 小时
临汾	5	佛爷山旅游景区	12 小时
临沂	5	天宝山	12 小时
临沧	5	干巴山 Ganba Mountain	24 小时
临高	4.4	高山岭 Gaoshan Mountain	2 小时
丹东	4.6	天华山 Tianhuashan	3 天
丽水	5	九龙山	12 小时
丽江	5	文笔山景区 Lijiangwenbi Mountain	2 小时

5.5.2 构建基于组合优化算法的旅行路线规划模型

I. 数据准备

由于相较于问题三和问题四，我们的城市范围选择扩大到所有有山类景区的城市（242 个），因此我们重新根据 12306 官方信息生成 242 个城市的高铁互通时间矩阵和高铁互通票价矩阵。

对于每个城市所选取到的山类景区，我们通过各大旅游网站，收集了景区的门票价格和推荐游玩时间。对于数据不一致的，我们采用剔除最大值和最小值后取平均数的方式，保证数据的合理性。

II. 构建基于组合优化算法的旅行路线规划模型

(1) 组合优化算法的基本原理

组合优化算法是一类求解离散或组合型问题的算法，其目标是从有限的候选解空间中找到一个最优解。组合优化问题通常具有复杂的结构，包含多个变量和约束条件。在解决这些问题时，常用的方法包括贪心算法、动态规划、分支定界法以及各种启发式算法。组合优化算法的数学描述如下：

设定一个有限的解空间 $\mathcal{S}$ ，其中每一个解 $s \in \mathcal{S}$ 都具有一个与之对应的目标函数值 $f(s)$ 。组合优化问题的目标是找到一个最优解 $s^*$ ，使得：

$$s^* = \arg \min_{s \in \mathcal{S}} f(s)$$

或者在某些情况下，目标是最大化目标函数：

$$s^* = \arg \max_{s \in \mathcal{S}} f(s)$$

对于我们的问题，目标函数可以表示为总费用  $\text{Total\_Cost}$ ，包括城市之间的高铁票价和城市内的游玩门票费用：

$$f(s) = \text{Total\_Cost}(s) = \sum_{(i,j) \in E_s} P_{i,j} + \sum_{i \in V_s} F_i$$

其中， $E_s$ 表示路径 $s$ 中包含的城市间边的集合， $V_s$ 表示路径 $s$ 中访问的城市集合。

组合优化问题通常带有约束条件。例如，在我们的路径规划问题中，时间限制是一个主要约束：

$$\text{Total\_Time}(s) = \sum_{(i,j) \in E_s} T_{i,j} + \sum_{i \in V_s} V_i \leq \text{Time\_Limit}$$

此外，路径约束保证每个城市仅被访问一次：

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} \leq y_i \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^n x_{i,j} \leq y_j \quad \text{for all } i, j$$

选择条件：

对于每一步选择，设 $C_{\text{current}}$ 为当前城市， $C_{\text{next}}$ 为下一个待选城市，贪心算法在每一步选择  $C_{\text{next}}$  满足：

$$C_{\text{next}} = \arg \min_{j \notin V_s} (T_{\text{current},j} + P_{\text{current},j} + F_j)$$

其中， $V_s$ 为当前路径中已访问的城市集合。

我们在（1）中列出了部分重要的公式，详细的建模过程和符号定义请见（2）

## （2）构建基于组合优化算法的旅行路线规划模型

我们的问题可以表述为：给定一个包含多个城市的集合，每个城市都有一个特定的游玩时间和门票费用，同时城市之间存在高铁的旅行时间和票价。游客有一个固定的总时间限制（例如 144 小时），要求在不超过时间限制的前提下，规划出一条访问尽可能多城市的路线，并使得总费用最小化。起始城市的选择也需要通过模型求解，而不是事先给定。

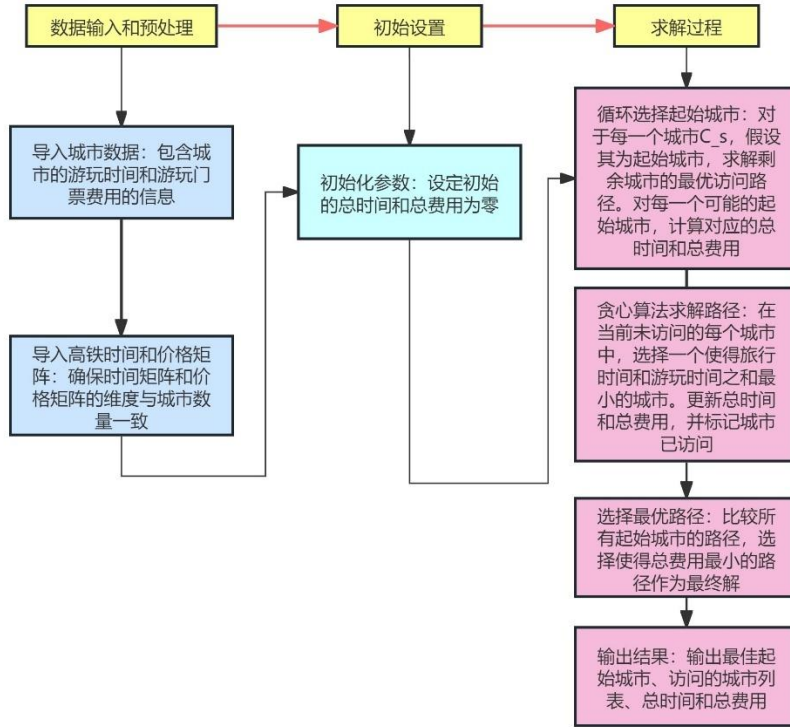


图 7 流程图

## 模型的基本构建

定义变量:

- $C_i$ : 第 $i$ 个城市,  $i = 1, 2, \dots, n$
- $T_{ij}$ : 从城市 $C_i$ 到城市 $C_j$ 的高铁旅行时间
- $P_{ij}$ : 从城市 $C_i$ 到城市 $C_j$ 的高铁票价
- $V_i$ : 在城市 $C_i$ 的游玩时间
- $F_i$ : 在城市 $C_i$ 的游玩门票费用
- $x_{ij}$ : 二进制变量, 若游客从城市 $C_i$ 旅行到城市 $C_j$ , 则 $x_{ij} = 1$ , 否则为 0

目标函数:

最小化总费用, 包括高铁票价和游玩门票费用:

$$\text{Minimize Total\_Cost} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{i=1}^n F_i \cdot y_i$$

其中,  $y_i$ 是二进制变量, 表示城市 $C_i$ 是否被访问, 若访问则为 1, 否则为 0。

约束条件:

1. 总时间约束: 总旅行时间和游玩时间之和不能超过给定的总时间限制:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{i=1}^n V_i \cdot y_i \leq \text{Time\_Limit}$$

2. 路径约束: 确保每个被访问的城市仅被访问一次, 并且有一个连续的旅行路径:

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} \leq y_i \quad \text{for each city } C_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} \leq y_j \quad \text{for each city } C_j$$

3. 起始城市和终点城市：选择最优的起始城市和终点城市，使得路径形成一个闭环或从某个城市开始并结束在另一个城市：

$$\sum_{j=1}^n x_{s,j} = y_s \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^n x_{i,t} = y_t$$

这里， $s$ 和 $t$ 为选择出的起始城市和终点城市。

4. 非负性约束：

$$x_{i,j}, y_i \in \{0,1\} \quad \text{for all } i,j$$

结果输出：

总时间公式：

$$\text{Total\_Time} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{i,j} \cdot x_{i,j} + \sum_{i=1}^n V_i \cdot y_i$$

总费用公式：

$$\text{Total\_Cost} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{i,j} \cdot x_{i,j} + \sum_{i=1}^n F_i \cdot y_i$$

### III. 求解结果

用 Python 求解模型，得到结果如下：

表 20 游玩路线

序号	城市	山类景区	游玩时间 (小时)	前往下一站 的高铁时间 (小时)	门票(元)
1	南京	牛首山文化旅游区 Niushou Mountain Cultural Tourism Zone	4	4	129
2	南通	剑山 The Sword Mountain	2	4	18
3	合肥	大蜀山国家森林公园	2	9	0
4	宁波	四明山杖锡风景区 Siming Mountain Zhangxi Scenic Area	12	3	45
5	宁德	宁德霍童支提山 Huotongzhiti Mountain	12	7	0
6	广州	白云山 Baiyun Mountain	12	0.5	188
7	中山	五桂山 Wuguishan	4	5	0
8	梅州	月形山乡村旅游区 Meizhou Crescent Mountain Tourist area	8	2	0
9	汕头	塔山风景区 The Tashan Scenic Area	4	/	0

抵达中国的机场：南京禄口国际机场 旅游路线：南京→南通→合肥→宁波→宁德→广州→中山→梅州→汕头 总花费时间（考虑 8 小时睡眠）：142.5 小时 门票费用：380 元 交通费用：2285 元 能游玩的景点数量：9
---

## 六、模型的分析与检验

### 6.1 问题三贪心算法的分析

问题三的基于贪心算法的旅游路线最优化模型：

该贪心算法的时间复杂度为 $o(n^2)$ ，其中 $n$ 为城市的数量，它可以提供一个合理的解决方案，并且可以有效地在较短时间内计算出结果。

通过引入天数限制和每日游玩时间限制，这个算法更符合实际旅行场景中的时间约束。通过调整每日游玩时间的分布，该算法可以有效地利用总的 144 小时时间，并尽可能覆盖更多的城市，最大化游玩体验。

### 6.2 问题四的灵敏度分析：

#### ■ 敏感性系数（Sensitivity Coefficient）

敏感性系数用于衡量输出结果对某一输入参数的变化敏感度。其公式为：

$$SC = \frac{\Delta O / O}{\Delta P / P}$$

其中：

- $SC$ 是敏感性系数。
- $O$ 是基准情况下的输出（如最小费用、访问城市的数量）。
- $\Delta O$ 是在参数变化后的输出变化量。
- $P$ 是基准情况下的输入参数值（如时间限制、高铁费用等）。
- $\Delta P$ 是输入参数的变化量。

这个系数可以反映输出变化的相对幅度与输入变化的相对幅度之间的关系。

可以分析敏感性的变量包括：

- **时间限制（144 小时）的灵敏度分析：**调整总时间限制（例如从 120 小时到 180 小时），观察最优路径中访问城市数量的变化，以及总费用的变化情况。
- **高铁费用权重的灵敏度分析：**通过增加或减少高铁费用权重，分析最优路径是否变化，以及总费用的变化情况。
- **游玩时间权重的灵敏度分析：**增加或减少某些城市的游玩时间，观察最优路径的变化情况。
- **门票费用权重的灵敏度分析：**增加或减少某些城市的门票费用，分析最优路径和总费用的变化情况。
- **起始城市的灵敏度分析：**改变起始城市（例如从广州改为其他城市），观察最优路径的变化以及总费用的变化。

以时间限制（144 小时）的灵敏度分析为例具体分析如下：

假设我们对时间限制  $P$ （例如从 144 小时到 160 小时）进行分析，输出为访问的城市数量 $O$ ：

1. 基准时间限制  $P = 144$  小时，访问城市数  $O = 10$ 。
2. 增加时间限制至  $P' = 160$  小时后，访问城市数变为  $O' = 12$ 。

则有：

- 输入变化量  $\Delta P = P' - P = 160 - 144 = 16$  小时。
- 输出变化量  $\Delta O = O' - O = 12 - 10 = 2$  个城市。

敏感性系数计算为：

$$SC = \frac{\Delta O/O}{\Delta P/P} = \frac{2/10}{16/144} = \frac{0.2}{0.1111} = 1.8$$

敏感性系数 SC 为 1.8，表明输出结果对时间限制的变化较为敏感。每增加 10% 的时间限制，会导致约 18% 的访问城市数量增加。

## 七、 模型的评价、改进与推广

### 7.1 模型的优点

以贪心算法为核心的旅行路线优化模型有如下优点

1. **路径规划的灵活性：**该模型允许对复杂的路径规划进行优化，不仅考虑到最短路径，还结合了游玩时间和费用的限制。这种灵活性使得模型能够应用于各种不同的旅行规划场景。
2. **多目标优化：**模型不仅仅是最大化访问的城市数量，还同时最小化旅行的总费用。这种多目标优化使得模型更加贴近现实需求，能够帮助用户在不同的目标之间找到平衡。
3. **约束条件灵活：**模型中包含了多个约束条件，例如总时间限制、路径连通性以及出发点的固定设置。这些约束条件可以根据具体需求进行调整和扩展，增加了模型的适用性。
4. **能够处理复杂约束：**模型能够处理如时间、费用等多个复杂的约束条件，保证最终的路径规划结果是符合实际需求的，而不是单纯地寻找最短路径。

### 7.2 模型的缺点

以贪心算法为核心的旅行路线优化模型也有一些不足：

1. **计算复杂度高：**由于模型需要考虑所有可能的路径组合，并对其进行优化，随着城市数量的增加，计算的复杂度呈指数增长。这对于较大的问题规模，求解时间可能会很长，甚至无法在合理时间内得到最优解。
2. **对不确定性的处理不足：**模型假设所有输入数据都是确定的，没有考虑到现实世界中的不确定性因素，如交通延误、游玩时间变化等。这些因素在实际旅行中可能会对结果产生显著影响，但模型并未考虑。

### 7.3 模型的改进

#### 1. 引入启发式算法来减少计算复杂度

当前旅行路线优化模型使用的方法尽管可以找到最优解，但计算复杂度较高，尤其是在处理大规模数据时可能会出现求解时间过长的问题。为此，可以考虑引入启发式算法，如遗传算法、模拟退火或蚁群优化。这些算法虽然不能保证找到全局最优解，但能够在较短的时间内找到接近最优的解，有效降低计算复杂度，适用于更大规模的问题。

#### 2. 增强模型对不确定性的处理能力

当前旅行路线优化模型假设所有输入数据都是确定的，但在实际应用中，旅行中的很多因素如交通时间、游玩时间和费用等都是不确定的。为了增强模型的实际应用性，可以引入鲁棒优化或情景分析的方法，对可能的变动因素进行建模。这可以通过为关键输入变量引入不确定性参数，或者在模型中加入应对不确定性的约束条件，使得模型对现实中的变化具备更强的适应性。

#### 7.4 模型的推广

原题要求是在有限的 144 小时内，尽可能多地访问城市，同时最小化门票和高铁费用。可以在以下几个方面予以拓展：

##### 1. 引入多种交通方式：

- 不仅限于高铁，还可以考虑飞机、公共汽车等多种交通方式。每种交通方式有不同的费用、时间和方便性。
- 对于某些城市对之间的旅行，可能有多条高铁线路或不同的交通方式可供选择。模型需要考虑这些多样性，并在最优路径中进行选择。

##### 2. 考虑游客的偏好和兴趣：

- 不同游客对不同城市有不同的兴趣和偏好。可以在模型中加入偏好权重，根据游客的兴趣调整每个城市的吸引力，从而影响城市选择的优先级。
- 模型可以考虑到某些城市的特殊景点或活动，根据游客的偏好给予优先安排。

##### 3. 引入团体旅行或协同旅行因素：

- 如果是团体旅行，不同的游客可能有不同的兴趣和需求，模型需要考虑如何在超出预算的情况下协调这些需求，设计出对所有团员最优的旅行路线。
- 在协同旅行的情况下，模型需要考虑如何最大化整体收益，并最小化各自的旅行时间与费用。

##### 4. 考虑动态价格和交通状况：

- 交通费用可能会因预订时间的不同而变动（例如机票价格），模型可以加入动态价格机制来反映现实中的价格波动。
- 交通状况（如堵车、延误等）可能会影响行程安排，模型可以模拟不同的情景，并提供不同的优化方案。

## 八、 参考文献

- [1]陈一君, 胡文莉, 武志霞. 白酒企业绩效评价指标体系构建与评价方法——基于BSC和熵权的改进 TOPSIS 模型[J]. 四川轻化工大学学报(社会科学版), 2020, 35(05):68-87.
- [2]傅为忠, 储刘平. 长三角一体化视角下制造业高质量发展评价研究——基于改进的 CRITIC-熵权法组合权重的 TOPSIS 评价模型[J]. 工业技术经济, 2020, 39(09):145-152.
- [3]常友渠, 肖贵元, 曾敏. 贪心算法的探讨与研究[J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2008, (03):40-42+47.
- [4]杨瑞琪, 马巧玲, 连天娇, 等. 基于贪心蚁群算法的生鲜配送全局路径规划[J]. 电子测试, 2022,
- [5]吴斌, 史忠植. 一种基于蚁群算法的 TSP 问题分段求解算法[J]. 计算机学报, 2001, (12):1328-1333.
- [6]黄岚, 王康平, 周春光, 原媛, 庞巍. 基于蚂蚁算法的混合方法求解旅行商问题[J]. 吉林大学学报(理学版), 2002, (04):369-373.



## 附录：

### 1. Python 代码：生成高铁互通时间矩阵

```
import pandas as pd

# 定义函数，将 "X 小时 Y 分" 或 "Z 分" 格式的时间转换为小时
def convert_time_to_hours(time_str):
    if '小时' in time_str:
        hours, minutes = time_str.split('小时')
        hours = int(hours)
        minutes = int(minutes.replace('分', '').strip()) / 60
        return hours + minutes
    else:
        return int(time_str.replace('分', '').strip()) / 60

# 读取处理后的高铁数据
processed_data_path = r"C:\Users\Apple Xiao\Desktop\数模\处理后的 242 个高铁数据.xlsx"
processed_data = pd.read_excel(processed_data_path)

# 读取 242 个城市数据（无表头）
cities_data_path = '242 个城市.xlsx'
cities_data = pd.read_excel(cities_data_path, header=None)

# 获取城市列表
cities_list = cities_data[0].tolist()

# 创建空的时间矩阵 DataFrame
time_matrix = pd.DataFrame(index=cities_list, columns=cities_list)

# 将 "平均运行时间" 转换为小时
processed_data['平均运行时间(小时)'] = processed_data['平均运行时间']
    .apply(convert_time_to_hours)

# 填充时间矩阵
for _, row in processed_data.iterrows():
    start_city = row['出发站']
    end_city = row['到达站']
    travel_time = row['平均运行时间(小时)']
    if start_city in cities_list and end_city in cities_list:
        time_matrix.at[start_city, end_city] = travel_time

# 处理缺失的数据：用 B→A 的时间替代 A→B；如果仍然没有，则用 9999 表示
for city_a in cities_list:
```

```

        for city_b in cities_list:
            if pd.isna(time_matrix.at[city_a, city_b]):
                if not pd.isna(time_matrix.at[city_b, city_a]):
                    time_matrix.at[city_a, city_b] = time_matrix.at[city_b,
city_a]
                else:
                    time_matrix.at[city_a, city_b] = 9999

# 保存处理后的时间矩阵到一个新的 Excel 文件
output_matrix_path = '242 个城市高铁时间矩阵.xlsx'
time_matrix.to_excel(output_matrix_path, index=True)

print("处理完成，文件已保存为:", output_matrix_path)

```

## 2. Python 代码：第三题贪心算法代码

```

import pandas as pd
import numpy as np

# 读取城市权重数据
city_weights_file = r"C:\Users\Apple Xiao\Desktop\数模\城市权重.xlsx"
city_weights = pd.read_excel(city_weights_file)

# 读取新的边的权重矩阵（旅行时间矩阵）
edge_weights_file = r"C:\Users\Apple Xiao\Desktop\数模\50 个城市边的权重矩
阵.xlsx"
edge_weights = pd.read_excel(edge_weights_file, index_col=0).values

# 定义城市类
class City:
    def __init__(self, name, time_weight, experience_weight):
        self.name = name
        self.time_weight = time_weight
        self.experience_weight = experience_weight

# 初始化城市列表
cities = []
for index, row in city_weights.iterrows():
    cities.append(City(row['城市'], row['时间权重'], row['游玩体验权重']))

# 定义旅行路径的类
class TravelPath:
    def __init__(self):
        self.path = []
        self.total_time = 0
        self.total_experience = 0

```

```

        self.days_used = 0
        self.daily_time_limit = 16 # 每天最多 16 小时

    def add_city(self, city, travel_time):
        if self.total_time + city.time_weight + travel_time > (self.days_used
+ 1) * self.daily_time_limit:
            # 增加新的一天
            self.days_used += 1

        self.path.append(city.name)
        self.total_time += city.time_weight + travel_time
        self.total_experience += city.experience_weight

# 贪心算法
def greedy_path(start_city, max_time):
    current_city = start_city
    remaining_time = max_time
    visited_cities = set()
    visited_cities.add(current_city) # 起点城市广州加入已访问集合
    best_path = TravelPath()

    best_path.add_city(cities[current_city], 0) # 将广州加入路径的起点

    while True:
        best_choice = None
        best_experience = 0

        for i in range(len(cities)):
            if i not in visited_cities and i != current_city:
                travel_time = edge_weights[current_city][i]
                city_time = cities[i].time_weight

                # 检查如果加入这个城市会否超出时间限制
                if remaining_time >= travel_time + city_time:
                    experience = cities[i].experience_weight
                    if experience > best_experience:
                        best_experience = experience
                        best_choice = i

        if best_choice is None:
            break

    # 确保不超过时间限制并考虑每天 16 小时的限制
    if remaining_time >= edge_weights[current_city][best_choice] +

```

```

cities[best_choice].time_weight:
    best_path.add_city(cities[best_choice],
edge_weights[current_city][best_choice])
    remaining_time -= edge_weights[current_city][best_choice] +
cities[best_choice].time_weight
    visited_cities.add(best_choice)
    current_city = best_choice
else:
    break

    return best_path

# 从广州开始游玩，最多 144 小时
start_city_index = 0 # 假设广州在 cities 中的索引为 0
max_time = 144
best_path = greedy_path(start_city_index, max_time)

# 输出最佳路径和结果
print(f"最佳路径: {best_path.path}")
print(f"总游玩时间: {best_path.total_time}")
print(f"总游玩体验: {best_path.total_experience}")
print(f"使用天数: {best_path.days_used + 1} 天") # +1 是因为天数从 0 开始计数

```

### 3. 第四题贪心算法代码

```

import numpy as np

def initialize_data(n):
    TicketCost = np.random.randint(50, 200, n)
    VisitTime = np.random.randint(2, 8, n)
    TravelCost = np.random.randint(100, 500, (n, n))
    TravelTime = np.random.randint(1, 5, (n, n))
    return TicketCost, VisitTime, TravelCost, TravelTime

def dynamic_programming_solve(TicketCost, VisitTime, TravelCost, TravelTime,
start_city):
    n = len(TicketCost)
    TOTAL_HOURS = 144
    SLEEP_HOURS = 8
    MAX_DAYS = TOTAL_HOURS // (24 - SLEEP_HOURS)

    # 动态规划初始化
    dp = [[float('inf')] * n for _ in range(1 << n)]

```

```

parent = [[-1] * n for _ in range(1 << n)]
dp[1 << start_city][start_city] = 0

for mask in range(1 << n):
    for i in range(n):
        if dp[mask][i] < float('inf'):
            for j in range(n):
                if mask & (1 << j) == 0:
                    new_mask = mask | (1 << j)
                    travel_time = TravelTime[i][j]
                    visit_time = VisitTime[j]
                    time_spent = travel_time + visit_time
                    # 判断是否在可接受的时间范围内
                    if time_spent <= TOTAL_HOURS - SLEEP_HOURS * (MAX_DAYS
- 1):
                        new_cost = dp[mask][i] + TicketCost[j] +
TravelCost[i][j]

                        if new_cost < dp[new_mask][j]:
                            dp[new_mask][j] = new_cost
                            parent[new_mask][j] = i

best_mask, min_cost = find_best_path(dp, n)
path = reconstruct_path(parent, best_mask, start_city)

return path, min_cost

def find_best_path(dp, n):
    min_cost = float('inf')
    best_mask = None
    for mask in range(1 << n):
        for i in range(n):
            if dp[mask][i] < min_cost:
                best_mask = mask
                min_cost = dp[mask][i]
    return best_mask, min_cost

def reconstruct_path(parent, best_mask, start_city):
    path = []
    current_city = start_city
    while best_mask:
        path.append(current_city)
        next_city = parent[best_mask][current_city]

```

```

        best_mask ^= (1 << current_city)
        current_city = next_city
    return path[::-1]

if __name__ == "__main__":
    n = 10
    TicketCost, VisitTime, TravelCost, TravelTime = initialize_data(n)
    start_city = 0

    path, min_cost = dynamic_programming_solve(TicketCost, VisitTime,
TravelCost, TravelTime, start_city)
    print("最优路径:", path)
    print("最小费用:", min_cost)

```

#### 4. 含有五星评分景点的城市的五星景点数量表

城市	计数	百色	12	齐齐哈尔	11
玉溪	21	本溪	12	黔西南	11
益阳	20	德阳	12	乌兰察布	11
大兴安岭	18	定西	12	无锡	11
潍坊	18	赣州	12	芜湖	11
烟台	18	和田	12	新乡	11
邢台	16	黑河	12	宣城	11
周口	16	廊坊	12	延安	11
自贡	16	凉山	12	阳江	11
保定	15	临汾	12	鞍山	10
东营	14	六安	12	蚌埠	10
抚州	14	娄底	12	保山	10
泸州	14	商洛	12	滁州	10
内江	14	商丘	12	防城港	10
宁德	14	宿州	12	贺州	10
庆阳	14	塔城	12	济宁	10
沈阳	14	伊犁	12	江门	10
万宁	14	安康	11	柳州	10
武威	14	巴中	11	漯河	10
雅安	14	巢湖	11	吕梁	10
郴州	13	大庆	11	南充	10
德州	13	迪庆	11	南阳	10
贵港	13	广安	11	怒江	10
淮北	13	佳木斯	11	琼海	10
阳泉	13	乐山	11	汕尾	10
昭通	13	临沂	11	朔州	10
白银	12	龙岩	11	宿迁	10
		眉山	11	遂宁	10

文山	10
湘西	10
宜宾	10
株洲	10
毕节	9
滨州	9
承德	9
达州	9
恩施	9
阜新	9
河池	9
河源	9
衡水	9
淮安	9
鸡西	9
景德镇	9
酒泉	9
来宾	9
兰州	9
连云港	9
牡丹江	9
攀枝花	9
曲靖	9
太原	9
威海	9
湘潭	9
宜春	9
营口	9
永州	9
岳阳	9
安顺	8
白山	8
昌吉	8
朝阳	8
成都	8
德宏	8
汉中	8
吉林市	8
济南	8
焦作	8
丽水	8
林芝	8
临沧	8

陵水	8
南通	8
盘锦	8
莆田	8
普洱	8
黔东南	8
三沙	8
汕头	8
双鸭山	8
泰安	8
唐山	8
天水	8
铁岭	8
通辽	8
铜仁	8
渭南	8
忻州	8
新余	8
兴安盟	8
云浮	8
资阳	8
淄博	8
阿里	7
白城	7
北海	7
潮州	7
崇左	7
大同	7
丹东	7
哈密	7
菏泽	7
鹤壁	7
呼和浩特	7
揭阳	7
金昌	7
晋城	7
那曲	7
平顶山	7
三亚	7
神农架	7
乌鲁木齐	7
梧州	7
咸阳	7

襄阳	7
孝感	7
许昌	7
榆林	7
玉林	7
张家口	7
漳州	7
中卫	7
珠海	7
遵义	7
阿克苏	6
宝鸡	6
保亭	6
沧州	6
常州	6
楚雄州	6
大理	6
阜阳	6
海口	6
合肥	6
呼伦贝尔	6
黄冈	6
嘉兴	6
金华	6
六盘水	6
绵阳	6
秦皇岛	6
泉州	6
日喀则	6
日照	6
三明	6
山南	6
韶关	6
通化	6
温州	6
西双版纳	6
徐州	6
延边	6
张掖	6
肇庆	6
巴彦淖尔	5
巴音郭楞	5
博尔塔拉	5

常德	5
儋州	5
佛山	5
抚顺	5
固原	5
鹤岗	5
衡阳	5
黄山	5
黄石	5
荆州	5
开封	5
拉萨	5
丽江	5
辽阳	5
陇南	5
茂名	5
梅州	5
黔南	5
衢州	5
上饶	5
深圳	5
石家庄	5
石嘴山	5
松原	5
苏州	5
绥化	5
吴忠	5
五指山	5
咸宁	5
信阳	5
扬州	5
伊春	5
宜昌	5
运城	5
枣庄	5
中山	5
驻马店	5
安庆	4
安阳	4
包头	4
亳州	4

赤峰	4
大连	4
甘孜	4
广元	4
贵阳	4
葫芦岛	4
湖州	4
怀化	4
淮南	4
吉安	4
喀什	4
马鞍山	4
南宁	4
萍乡	4
濮阳	4
七台河	4
钦州	4
三门峡	4
邵阳	4
绍兴	4
十堰	4
石河子	4
四平	4
随州	4
天津	4
铜川	4
铜陵	4
吐鲁番	4
西安	4
银川	4
张家界	4
阿坝	3
阿勒泰	3
东莞	3
哈尔滨	3
惠州	3
嘉峪关	3
克拉玛依	3
昆明	3
聊城	3
南昌	3

宁波	3
五家渠	3
锡林郭勒盟	3
鹰潭	3
湛江	3
舟山	3
阿拉尔	2
定安	2
鄂尔多斯	2
鄂州	2
福州	2
广州	2
红河	2
济源	2
乐东	2
厦门	2
台州	2
天门	2
仙桃	2
长沙	2
长治	2
重庆	2
北京	1
昌江	1
澄迈	1
桂林	1
杭州	1
晋中	1
九江	1
克孜勒苏柯尔克孜	1
辽源	1
临高	1
洛阳	1
南京	1
潜江	1
青木川	1
琼中	1
上海	1
太湖	1
图木舒克	1
武汉	1



## 2. 一级指标评分表格

城市	城市规模评分	环境环保评分	文化底蕴评分	交通便捷评分	气候评分	餐馆密度
七台河	0.014412948	0.359050071	0.02068007	0.305884138	0.536259986	0.55266559
万宁	0.007617597	0.367548271	0.023649283	0.136542827	0.920818108	1.633129812
三亚	0.015128073	0.406935611	0.056127433	0.136326511	0.920818108	9.691467222
三明	0.069952668	0.336047392	0.155466983	0.225103609	0.59246216	0.588721968
三门峡	0.040605575	0.308918523	0.124632817	0.266762605	0.278128745	0.884146341
上海	0.490831698	0.588522603	0.649373863	0.103492163	0.379016631	29.01198549
上饶	0.112151041	0.375558035	0.109060022	0.24953306	0.604536217	0.958913741
东方	0.006472665	0.341973332	0.021628535	0.136280196	0.920818108	1.487156776
东莞	0.154669053	0.613191353	0.230088216	0.464111855	0.864933955	40.36626016
东营	0.058087156	0.329021655	0.195171254	0.323333279	0.258733252	1.530753366
中卫	0.035632834	0.276610066	0.016621679	0.07519805	0.536262903	0.195495186
中山	0.056618991	0.43218056	0.167130091	0.461007157	0.864933955	28.65975336
临汾	0.070618042	0.373762047	0.193611284	0.198648094	0.438695853	0.882515413
临沂	0.162301017	0.292822069	0.249899176	0.334850635	0.258733252	2.711069746
临沧	0.053728385	0.329760773	0.143928594	0.288653903	0.163922463	0.283234547
临高	0.00625883	0.326731373	0.021628535	0.135902162	0.920818108	1.007593014
丹东	0.04079507	0.376413774	0.068549811	0.267295614	0.37731805	0.65853499
丽水	0.052002699	0.344903831	0.260875423	0.367850823	0.569574962	0.814992764
丽江	0.041004512	0.339624013	0.146505242	0.289406942	0.163922463	0.587720152
乌兰察布	0.104219453	0.298918346	0.106240651	0.307134914	0.651547457	0.148073394
乌鲁木齐	0.066801499	0.309998256	0.227166844	0.358234316	0.641406279	0.13221642
乐东	0.008167681	0.349578187	0.021628535	0.135953177	0.920818108	0.416666667
乐山	0.057579669	0.250554775	0.160840953	0.366762479	0.157427221	1.544840053
九江	0.091866314	0.425862482	0.151360718	0.248748144	0.604536217	1.103762656
云浮	0.041935998	0.41373893	0.166004938	0.465464829	0.864933955	1.468087839
五家渠	0.003405103	0.277688952	0.146291202	0.353130584	0.641406279	1.240540541
五指山	0.002132329	0.351817147	0.021628535	0.135662007	0.920818108	0.588537211
亳州	0.085529478	0.379664739	0.093890946	0.313266737	0.118895721	2.332707429
伊春	0.060814022	0.337016068	0.032315043	0.30692663	0.134293641	#N/A
伊犁	0.410463842	0.286746086	0.149474103	0.365468339	0.536259986	0.145518293
佛山	0.179804685	0.351055165	0.214100471	0.469199939	0.641406279	0.031876866
佳木斯	0.066441304	0.351120422	0.050942604	0.652955431	0.864933955	19.87519747
保定	0.158758673	0.401776306	0.221824107	0.255215142	0.536259986	0.385518591
保山	0.051037679	0.338701927	0.160633302	0.291125553	0.920818108	#N/A
信阳	0.119917261	0.307460248	0.17648574	0.272021523	0.422812451	1.888302907
儋州	0.018840922	0.316722875	0.021628535	0.136838048	0.163922463	0.308040943
克拉玛依	0.021926505	0.388093294	0.151048898	0.356978245	0.278128745	1.366210678

六安	0.079652674	0.319364119	0.101545378	0.315390599	0.920818108	1.332352941
六盘水	0.051278918	0.342590068	0.161959664	0.256293631	0.641406279	#N/A
兰州	0.066586206	0.331134428	0.265698325	0.170517812	0.641406279	0.514285714
兴安盟	0.109548727	0.289412055	0.099888016	0.297589604	0.118895721	1.133259983
内江	0.053761126	0.27323441	0.157976129	0.364346316	0.245788808	1.240568892
凉山	0.122569331	0.270146173	0.154542129	0.390515649	0.487693617	2.351273499
包头	0.078353811	0.427025607	0.108173172	0.288560777	0.651547457	0.10187291
北京	0.478601349	0.380457848	0.884516339	0.119599408	0.157427221	2.192943361
北海	0.032981097	0.320631557	0.075205634	0.243547876	0.157427221	0.231440397
十堰	0.067806172	0.387837051	0.158456244	0.413995683	0.651547457	0.718200807
南京	0.237969085	0.29368339	0.482099291	0.380185839	0.424385739	10.06930391
南充	0.094296856	0.407380117	0.168697275	0.370299466	0.641406279	#N/A
南宁	0.127187137	0.441691678	0.301088135	0.272568855	0.619822384	3.233391828
南昌	0.119329227	0.370743086	0.380230293	0.242182949	0.134293641	0.546691456
南通	0.178677202	0.309060308	0.200318365	0.376675621	0.125307587	14.19857295
南阳	0.162773228	0.361612687	0.154350145	0.279125098	0.157427221	1.70714114
厦门	0.112482795	0.376021053	0.192926676	0.205106699	0.619822384	2.607219924
双鸭山	0.044882829	0.496009712	0.02827429	0.306863098	0.604536217	7.746419887
台州	0.11191475	0.391292385	0.295674001	0.369121885	0.125307587	3.371599204
合肥	0.188876508	0.349971148	0.453959412	0.319308623	0.278128745	1.253611981
吉安	0.088385006	0.314682693	0.09697638	0.255567676	0.641406279	#N/A
吉林市	0.072813334	0.324653805	0.056502615	0.133059228	0.59246216	34.16519694
吐鲁番	0.124133129	0.299243253	0.14752735	0.360337972	0.641406279	#N/A
吕梁	0.069919036	0.292825751	0.190677359	0.197659767	0.536259986	0.261793493
吴忠	0.036978619	0.284586128	0.03146962	0.0765441	0.641406279	#N/A
周口	0.152874507	0.283202117	0.141275175	0.269231815	0.569574962	2.90278607
呼伦贝尔	0.396517453	0.294472629	0.144080543	0.298933057	0.118895721	6.019746614
呼和浩特	0.06449922	0.401288815	0.239443	0.295728636	0.604536217	0.541226549
和田	0.005785266	0.304016636	0.146570802	0.354310479	0.641406279	0.506342183
咸宁	0.048347039	0.37371881	0.155283774	0.410139323	0.438695853	0.034189137
咸阳	0.069161434	0.299234997	0.144594674	0.127804667	0.536262903	0.467253637
哈密	0.231961231	0.301478337	0.14820391	0.373232489	0.278128745	0.327903091
哈尔滨	0.167400643	0.383469243	0.474074066	0.325685739	0.651547457	2.31937129
唐山	0.153490789	0.280950035	0.198019227	0.234653033	0.651547457	0.043892648
商丘	0.126958423	0.365741827	0.138465001	0.269162497	0.641406279	1.481845688
商洛	0.047664667	0.320201418	0.086390771	0.124513051	0.134293641	28.16094421
喀什	0.016774815	0.340869474	0.147847498	0.355000861	0.232273617	1.356747334
嘉兴	0.103513288	0.297073527	0.278866325	0.367224426	0.641406279	2.380134116
嘉峪关	0.007352105	0.397066279	0.074755271	0.16313327	0.536259986	0.002186238
四平	0.036968275	0.35710083	0.050298424	0.127578796	0.422812451	1.107675786
固原	0.029795094	0.346508259	0.01605439	0.063872554	0.278128745	1.999225243
大兴安岭	0.148064245	0.327484294	0.022155125	0.309869608	0.232273617	2.891909567
大同	0.052699875	0.363780182	0.200676182	0.19588095	0.641406279	0.291467966

大庆	0.065566947	0.357449451	0.060103439	0.310286932	0.569574962	0.931925466
大理	0.02910852	0.439337276	0.145595348	0.285784768	0.487693617	7.464835425
大连	0.139176629	0.349478172	0.263139889	0.27115116	0.462415387	0.955366269
天水	0.052481003	0.328079177	0.085998899	0.167673289	0.536262903	0.572521207
天津	0.253863085	0.285931028	0.580472729	0.120757257	0.641406279	0.351651721
太原	0.091920468	0.282650793	0.191074913	0.189810649	0.422812451	#N/A
威海	0.057704184	0.321109944	0.213618527	0.323287937	0.641406279	#N/A
孝感	0.072880199	0.365307888	0.140098834	0.365457617	0.536259986	#N/A
宁德	0.07014496	0.428038388	0.152485893	0.409948104	0.438695853	0.30320331
宁波	0.221213946	0.384662455	0.151184438	0.214627328	0.536259986	0.922626605
安庆	0.077451447	0.319569722	0.35085682	0.371404807	0.163922463	0.798671002
安康	0.058908981	0.318887986	0.111432832	0.315847503	0.37731805	1.433219178
安阳	0.083291063	0.330012657	0.090995739	0.13368799	0.487693617	4.013515554
安顺	0.042896288	0.317656718	0.144283924	0.265448786	0.338737457	0.696154654
定安	0.018411593	0.268437094	0.161959664	0.256725163	0.134293641	8.564540816
定西	0.051225451	0.298773366	0.023649283	0.138630176	0.438695853	#N/A
宜宾	0.084587202	0.378674358	0.074737246	0.170049905	0.258733252	6.276330853
宜昌	0.098368869	0.409076141	0.163237447	0.368677098	0.429016342	3.163275862
宜春	0.093026157	0.369274328	0.160875207	0.417157957	0.134293641	#N/A
宝鸡	0.067834442	0.397550831	0.095613885	0.253834234	0.59246216	1.89072327
宣城	0.048232665	0.352385185	0.125266316	0.125977346	0.569574962	0.941338495
宿州	0.085518997	0.337626645	0.097543881	0.317796777	0.118895721	6.405766096
宿迁	0.091576993	0.338572779	0.099405688	0.31427011	0.232273617	1.191904269
山南	0.139969749	0.349375885	0.164467951	0.37037423	0.278128745	0.430192046
岳阳	0.09757104	0.400390873	0.097342797	0.374257093	0.245788808	2.974949221
崇左	0.046135998	0.279142816	0.149964737	0.248413806	0.920818108	1.155713823
巢湖	0.012349237	0.315143031	0.092440249	0.31002078	0.487693617	0.805833333
巴中	0.049390023	0.378869556	0.091348517	0.366163377	0.157427221	0.424804937
巴彦淖尔	0.119531513	0.325915438	0.161029345	0.292777927	0.134293641	1.405922689
常州	0.138272219	0.296929737	0.107680414	0.373839214	0.604536217	0.853509185
常德	0.098042989	0.591838015	0.206035628	0.37057452	0.232273617	0.924259468
平顶山	0.079585208	0.335943388	0.151748604	0.268432019	0.118895721	0.823922283
广元	0.048662409	0.399392457	0.145257454	0.367201639	0.118895721	1.021278324
广安	0.05804651	0.38868571	0.1681015	0.364742631	0.125307587	1.876043868
广州	0.367058158	0.351929797	0.155311872	0.48768928	0.920818108	2.306311591
庆阳	0.060684343	0.347597668	0.610485073	0.17134072	0.551921909	#N/A
廊坊	0.07803922	0.35732144	0.088930274	0.226743865	0.429016342	0.016160805
延安	0.079815624	0.328644168	0.191902727	0.148869315	0.619822384	1.14611657
延边	0.08360077	0.347641635	0.114799184	0.158731062	0.118895721	0.374048004
开封	0.077057102	0.376441153	0.045628051	0.268274402	0.157427221	2.596285435
张家口	0.090142346	0.339684279	0.15967974	0.252844252	0.651547457	0.509558285
张家界	0.027566111	0.310481356	0.172737203	0.361647623	0.641406279	0.182007983
张掖	0.071951466	0.29628844	0.136099474	0.168033138	0.125307587	#N/A

徐州	0.167964572	0.349551682	0.088930274	0.376171544	0.429016342	10.01623971
德宏	0.027778019	0.312914992	0.197920786	0.290520819	0.278128745	1.072399186
德州	0.088684087	0.322893391	0.143928594	0.330561614	0.157427221	2.251839635
德阳	0.060922572	0.292359809	0.197165267	0.364372658	0.157427221	0.832403946
忻州	0.062339772	0.322015753	0.175601888	0.206098577	0.864933955	1.983435873
怀化	0.083894847	0.424873036	0.190573329	0.376002102	0.487693617	21.85068604
怒江	0.030433416	0.357412645	0.143817366	0.286595098	0.422812451	0.336910425
恩施	0.052479229	0.346552787	0.143572632	0.409268645	0.232273617	4.06745599
惠州	0.092746577	0.389650039	0.145595348	0.478609957	0.462415387	0.314901315
成都	0.325859619	0.349466498	0.174765343	0.391953996	0.278128745	0.320679157
扬州	0.112342917	0.423007556	0.676526003	0.371951762	0.422812451	3.912179487
承德	0.088835573	0.307865772	0.183280906	0.232234189	0.429016342	0.587738131
抚州	0.06771229	0.323974125	0.176472164	0.250796564	0.487693617	0.753723516
抚顺	0.033947009	0.32340863	0.100373456	0.266576929	0.125307587	0.137541459
拉萨	0.055139315	0.406995235	0.080658924	0.464398396	0.163922463	3.635444114
揭阳	0.089614739	0.384145432	0.109579437	0.361142792	0.258733252	0.574382385
攀枝花	0.025173742	0.313031153	0.168026499	0.292411807	0.157427221	1.973547017
文山	0.017006803	0.316795893	0.158968044	0.268658542	0.438695853	3.17797327
新乡	0.093679462	0.325628649	0.172858009	0.236260895	0.429016342	0.409708969
新余	0.023726056	0.367947404	0.15880654	0.372425045	0.163922463	0.567060786
无锡	0.2058833	0.37207088	0.088673094	0.323016967	0.134293641	0.130428571
日喀则	0.29405656	0.335701766	0.262488395	0.311707348	0.864933955	2.950832073
日照	0.050021368	0.296249164	0.097591638	0.300719848	0.157427221	5.050938574
昆明	0.132629963	0.351015226	0.190551623	0.198447954	0.125307587	10.33282176
昭通	0.087804731	0.317188791	0.4324257	0.192639907	0.422812451	3.742831133
晋中	0.058424122	0.348530259	0.14483649	0.292387617	0.604536217	0.379159281
晋城	0.045362766	0.347280734	0.243002604	0.234247078	0.37731805	0.711633598
普洱	0.087191364	0.38192109	0.185089761	0.306846391	0.551921909	1.046757164
景德镇	0.028189115	0.34552656	0.14917244	0.193190379	0.864933955	0.468806906
曲靖	0.110198055	0.321384342	0.079226425	0.267858097	0.157427221	4.036847104
朔州	0.03486051	0.344793897	0.152981868	0.264708836	0.163922463	0.971084989
朝阳	0.054756196	0.390837893	0.187938835	0.251201436	0.278128745	1.072588235
本溪	0.026061047	0.363612591	0.075761186	0.377646064	0.604536217	3.292847666
来宾	0.042173756	0.396790216	0.086159619	0.13359223	0.125307587	3.104782882
杭州	0.266799598	0.320679426	0.067848418	0.324460316	0.551921909	13.48476335
松原	0.051691927	0.391565865	0.480943548	0.253708182	0.258733252	0.010956044
林芝	0.199657347	0.340619195	0.04458417	0.367925785	0.163922463	3.115693226
枣庄	0.058330512	0.353273566	0.098153714	0.257987405	0.641406279	3.259030124
柳州	0.073247424	0.618069173	0.199960753	0.475253777	0.641406279	#N/A
株洲	0.072301259	0.260178935	0.179614198	0.251703847	0.920818108	#N/A
桂林	0.088985849	0.314489339	0.157766661	0.151989483	0.163922463	#N/A
梅州	0.072478559	0.385039953	0.136806268	0.174404482	0.438695853	0.497289973
梧州	0.052165196	0.35782575	0.200776798	0.42448017	0.438695853	0.885672586

榆林	0.133398411	0.328240421	0.06159285	0.273991464	0.163922463	0.987798408
武威	0.063447684	0.345673161	0.234567451	0.369551981	0.604536217	0.24725523
武汉	0.268234285	0.383887089	0.079903983	0.129256436	0.163922463	1.795895097
毕节	0.124856531	0.378086979	0.65828222	0.459817028	0.438695853	0.673889753
永州	0.091532467	0.355494804	0.182820485	0.460065032	0.37731805	0.542494118
汉中	0.072416515	0.321649992	0.140508735	0.471065385	0.37731805	0.551934207
汕头	0.080174062	0.32345285	0.108106804	0.274779474	0.619822384	0.898740195
汕尾	0.047122015	0.315479729	0.176825212	0.23003052	0.569574962	0.415852658
江门	0.073630982	0.354588562	0.166463696	0.258402792	0.462415387	6.593188156
沈阳	0.141369789	0.294498382	0.178495896	0.474008155	0.551921909	0.51832709
沧州	0.113521614	0.331220112	0.367699295	0.216918138	0.258733252	0.028948154
河池	0.081445694	0.329539683	0.181981695	0.329098537	0.619822384	3.590271691
河源	0.055742787	0.323219029	0.065328742	0.372345918	0.429016342	1.271495402
泉州	0.188291783	0.321563011	0.165649505	0.370328257	0.619822384	1.671763869
泰安	0.081710227	0.412394612	0.21216575	0.273495909	0.864933955	0.833104445
泰州	0.106393452	0.350048164	0.243452707	0.33800277	0.619822384	1.120390797
泸州	0.073711775	0.442621595	0.181205825	0.329720605	0.163922463	0.985044945
洛阳	0.12231826	0.462005302	0.172450266	0.263701156	0.232273617	#N/A
济南	0.188823477	0.372344065	0.295059652	0.138774354	0.487693617	0.360849002
济宁	0.12887143	0.856175353	0.478480381	0.3239735	0.134293641	0.18926021
济源	0.01914635	0.303235788	0.260958942	0.308963528	0.245788808	12.89730424
海口	0.040224485	0.364154995	0.121622958	0.311237211	0.429016342	0.588364557
淄博	0.080800822	0.397809409	0.106665706	0.374408064	0.232273617	0.627403414
淮北	0.032278297	0.364086434	0.27666079	0.464599401	0.864933955	0.507565692
淮南	0.051976935	0.349994483	0.103275438	0.485059725	0.864933955	17.80582083
淮安	0.094900387	0.341446528	0.107887627	0.372070744	0.864933955	2.70729702
深圳	0.382565956	0.329711826	0.180998145	0.126167076	0.37731805	2.753760387
清远	0.070499493	0.417284477	0.267564276	0.367850823	0.422812451	5.850777605
温州	0.149181761	0.261401	0.167474497	0.364083616	0.619822384	1.789219799
渭南	0.074713488	0.317441126	0.314797386	0.364487391	0.864933955	0.257945991
湖州	0.063697386	0.331686188	0.106503395	0.467009516	0.59246216	0.956560623
湘潭	0.051395676	0.324434799	0.27553042	0.321278111	0.258733252	3.180027236
湘西	0.042651996	0.425628739	0.164342541	0.329512421	0.125307587	2.672120587
湛江	0.116521824	0.322366689	0.13693335	0.261460872	0.157427221	3.996025575
滁州	0.078301163	0.317194999	0.17712598	0.218152664	0.278128745	1.228090255
滨州	0.065472907	0.320284666	0.104227659	0.335826913	0.258733252	2.640456813
漯河	0.041050337	0.34785072	0.203546543	0.459350155	0.258733252	7.826456614
漳州	0.104160177	0.367226038	0.130325445	0.264766163	0.278128745	3.127379995
潍坊	0.150565649	0.328524522	0.163033343	0.334311517	0.920818108	2.23666494
潮州	0.038117115	0.364578847	0.308788567	0.263512728	0.258733252	15.67671472
濮阳	0.058437498	0.335539066	0.167289058	0.313435834	0.118895721	4.834199497
烟台	0.153641173	0.336235225	0.13201575	0.250657488	0.118895721	4.171105436
焦作	0.054703304	0.351551756	0.264574477	0.294773415	0.125307587	2.396420824

牡丹江	0.077274102	0.322951627	0.137646459	0.459734489	0.864933955	2.875274177
玉林	0.09526453	0.322726645	0.085173683	0.1306924	0.864933955	83.9774662
玉溪	0.05217002	0.350068041	0.063611942	0.124206299	0.569574962	0.009298172
珠海	0.05947481	0.285806902	0.148150942	0.167516552	0.232273617	3.475392238
白城	0.05222783	0.249297015	0.188548356	0.269479257	0.569574962	1.408481803
白山	0.035170735	0.383235878	0.04657588	0.36911446	0.429016342	4.403608247
白银	0.04325987	0.352936149	0.051498367	0.263001516	0.429016342	2.973232121
百色	0.086757358	0.364613631	0.083391434	0.367091577	0.864933955	0.402535248
益阳	0.066047263	0.360452473	0.080060772	0.058544174	0.118895721	1.883812109
盘锦	0.026021954	0.332441843	0.146816426	0.235403984	0.258733252	1.015019236
眉山	0.048330775	0.292515493	0.064791499	0.219368223	0.278128745	1.726811594
石嘴山	0.016063022	0.296716067	0.162565873	0.222119123	0.59246216	4.563521545
石家庄	0.159559168	0.334168192	0.016222311	0.370881914	0.258733252	1.691495965
福州	0.188728383	0.310210385	0.381909024	0.313385595	0.134293641	1.966425076
秦皇岛	0.047037669	0.351895107	0.335286627	0.369497911	0.864933955	#N/A
绍兴	0.115664926	0.475177489	0.174374087	0.329072779	0.920818108	5.604895105
绥化	0.089337651	0.335717319	0.30988319	0.473482231	0.278128745	#N/A
绵阳	0.089126824	0.338596778	0.050212725	0.362275692	0.258733252	3.873447947
聊城	0.086518523	0.298227578	0.203444648	0.358602625	0.278128745	2.669527587
肇庆	0.072008712	0.357007411	0.196789295	0.31369975	0.536259986	4.347089167
自贡	0.044707816	0.288898194	0.191066285	0.3806583	0.619822384	0.347181085
舟山	0.029821787	0.43205798	0.157633262	0.466190946	0.163922463	1.354881472
芜湖	0.078756698	0.328875562	0.258081185	0.416658018	0.864933955	0.873711685
苏州	0.313542166	0.333817198	0.12771191	0.207164931	0.920818108	18.61232719
茂名	0.112881162	0.473315142	0.29691719	0.318318511	0.920818108	#N/A
荆州	0.089122383	0.411739924	0.174785173	0.332146893	0.157427221	#N/A
莆田	0.06225515	0.378140406	0.15926309	0.237428871	0.462415387	#N/A
莱芜	0.003306694	0.346530118	0.14757596	0.263874856	0.462415387	0.227997981
菏泽	0.133616355	0.309964742	0.183550052	0.264631697	0.920818108	0.345901171
萍乡	0.029690913	0.360076213	0.204448841	0.312499856	0.487693617	#N/A
营口	0.035223962	0.418240066	0.087759617	0.221666448	0.619822384	0.255236579
葫芦岛	0.039318387	0.312805097	0.069113962	0.375406312	0.429016342	0.435666538
蚌埠	0.055156096	0.373945193	0.063909045	0.367068778	0.37731805	1.016964286
衡水	0.062347922	0.32027025	0.103855532	0.419755345	0.157427221	2.521325859
衡阳	0.111553488	0.364100569	0.164401404	0.288283491	0.536262903	2.354621849
衢州	0.044594238	0.274873995	0.16591321	0.128041865	0.422812451	0.935404896
襄阳	0.113410893	0.399516241	0.252735283	0.264295469	0.641406279	3.575277638
西双版纳	0.038834367	0.323649394	0.155217362	0.249408164	0.134293641	#N/A
西安	0.195886103	0.35913487	0.143928594	0.260741242	0.59246216	#N/A
许昌	0.080703705	0.352984516	0.611441642	0.247063578	0.422812451	4.256874745
贵港	0.072902353	0.256664865	0.136936022	0.36492845	0.163922463	2.779956427
贵阳	0.08835559	0.382478577	0.058051372	0.28694491	0.569574962	#N/A
贺州	0.039173641	0.364445861	0.3110493	0.305115963	0.536259986	3.421669284

资阳	0.043115978	0.34387955	0.06246642	0.123946868	0.157427221	0.428153586
赣州	0.150829775	0.275934186	0.154580929	0.263324565	0.258733252	1.478368234
赤峰	0.172470432	0.290899817	0.144493852	0.369526385	0.864933955	2.307834956
辽源	0.017674197	0.298117813	0.124726754	0.197465825	0.157427221	1.357785235
辽阳	0.025380081	0.414471345	0.041757338	0.373168317	0.569574962	2.211367268
达州	0.089228123	0.303897236	0.068549811	0.130542484	0.118895721	6.631254284
运城	0.073779973	0.345422327	0.157135788	0.298656391	0.125307587	3.942416196
连云港	0.085406667	0.332770826	0.20664768	0.365061519	0.864933955	9.86300104
通化	0.038613316	0.31425395	0.171088165	0.290863348	0.134293641	1.470027129
通辽	0.116364918	0.294220717	0.05021009	0.229124028	0.59246216	1.34257829
遂宁	0.048876571	0.303454561	0.107767534	0.372065427	0.258733252	4.240377633
遵义	0.128824092	0.341902793	0.153259707	0.27212151	0.258733252	0.142920748
邢台	0.102834225	0.415950394	0.18478111	0.371980213	0.604536217	2.420074044
那曲	0.465782475	0.356062526	0.170401575	0.316509402	0.37731805	2.125554685
邵阳	0.108929147	0.364449388	0.097342797	0.402498364	0.37731805	2.17398524
郑州	0.204031857	0.376037079	0.137174341	0.190601324	0.118895721	0.979070661
郴州	0.083332733	0.338719009	0.530248505	0.333016232	0.422812451	3.2517224
鄂尔多斯	0.176927645	0.330546768	0.143256274	0.366707081	0.429016342	1.83274867
鄂州	0.022351441	0.406140539	0.129232667	0.165789908	0.569574962	1.555199686
酒泉	0.276833029	0.437896255	0.143572632	0.248687766	0.134293641	1.342453363
重庆	0.524402644	0.306703194	0.141805461	0.266997369	0.163922463	1.199918897
金华	0.099643877	0.367038978	0.6227349	0.269518536	0.232273617	0.974467005
金昌	0.018126797	0.354522105	0.284374176	0.119203881	0.278128745	9.45309363
钦州	0.061089456	0.400865679	0.072471262	0.310276149	0.619822384	2.676806084
铁岭	0.04232739	0.386091119	0.062249051	0.068735295	0.245788808	1.142331636
铜仁	0.066133306	0.315650958	0.070969817	0.377876771	0.619822384	7.107422604
铜川	0.013449219	0.387932389	0.171047795	0.191606213	0.157427221	0.534842168
银川	0.047016034	0.282491221	0.087513856	0.266265944	0.604536217	1.126826722
长沙	0.208918783	0.28084506	0.095367576	0.31218508	0.651547457	0.812260244
长治	0.062188181	0.330117573	0.140385795	0.242680331	0.462415387	0.177025361
阜新	0.029493816	0.346828757	0.413683161	0.464054633	0.37731805	0.956809339
阜阳	0.132591821	0.297332331	0.207973975	0.18960351	0.157427221	1.881370092
防城港	0.021352769	0.272763862	0.066630912	0.357509771	0.438695853	0.957619966
阳江	0.044584229	0.327163085	0.105312563	0.355702998	0.125307587	1.369103857
阳泉	0.022674179	0.345184848	0.057348207	0.175347072	0.163922463	3.44990151
阿克苏	0.031656831	0.334744166	0.166953582	0.136167203	0.462415387	#N/A
阿勒泰	0.021343942	0.447230547	0.184491579	0.406212883	0.651547457	0.635728926
陇南	0.06122471	0.304842085	0.14752735	0.364848745	0.157427221	0.198561103
陵水	0.005765278	0.373863135	0.146570802	0.340960135	0.245788808	2.729800827
随州	0.038753745	0.337756361	0.081895697	0.264612454	0.422812451	0.932969248
雅安	0.03513025	0.375249163	0.021421055	0.475692448	0.551921909	1.933644334
青岛	0.223165857	0.412935395	0.143572632	0.311318591	0.429016342	0.002586657
鞍山	0.050384976	0.301961053	0.160736906	0.276325929	0.278128745	0.804704753

韶关	0.05694947	0.434246253	0.434840224	0.311326183	0.429016342	12.90558689
马鞍山	0.045255699	0.305434818	0.070530036	0.26100976	0.651547457	0.944576569
驻马店	0.124097604	0.344591174	0.169865493	0.303580346	0.134293641	0.161817177
鸡西	0.046242654	0.350174434	0.108700958	0.235782856	0.487693617	3.706766917
鹤壁	0.026137095	0.336634144	0.130325445	0.418403755	0.191772427	0.043142857
鹤岗	0.029275396	0.338049867	0.034482645	0.315755724	0.569574962	1.846520716
鹰潭	0.024130248	0.377558911	0.125347094	0.403800206	0.487693617	2.615335405
黄冈	0.098761921	0.327882701	0.024795383	0.303580346	0.619822384	0.383430755
黄山	0.028481475		0.082164362	0.262310318	0.37731805	0.58587019
黄石	0.044276517		0.160545712	0.268274066	0.641406279	0.8922603

### 3. TOP 50 城市中所挑选出的最佳景点

城市	名字	评分	费用	时间
广州	熊猫馆	5	25	2
深圳	金龟村	5	200	2
东莞	东城周屋悠闲公园	5	0	2
北京	长城公园 Changchen Park	5	40	1
武汉	武汉梨园景区	5	0	1
佛山	三水长岐古村	5	0	1
杭州	富春江 Fuchun River	5	30	3
成都	成都爱道堂	5	0	1
重庆	红岩顶	5	150	2
揭阳	大北山水库 Dabeishan Reservoir	5	0	1
中山	虎逊岩	5	0	1
梅州	李惠堂故居	5	15	1
肇庆	城东清真寺 Chengdong Mosque	5	0	1
云浮	东成文化广场 Dongcheng Cultural Square	5	0	2
茂名	笔架山 Bijia Mountain Forest Park	5	15	3
湛江	银帆公园 Yinfan Park	5	20	2
潮州	西湖石坊	5	0	0.5
惠州	蓝小鸭萌宠乐园	5	70	1
上海	德莱蒙德住宅 Drummond Residence	5	10	2
江门	佛恩寺	5	0	0.5
珠海	白沙滩	5	0	1
汕头	潮阳西环山森林公园	5	15	1
韶关	韶石山 Shaoshishan	5	15	1
河源	河源恐龙博物馆 Dinosaur Fossils Museum	5	40	2
汕尾	南海寺 Nanhai Temple	5	15	1
阳江	阳江阳帆豆豉展览馆	5	15	1
哈尔滨	香坊火车站	5	0	1
宁波	冯骥才祖居博物馆 Fengjicai Zuju Museum	5	0	1
佳木斯	乌苏大桥 Wusu Bridge	5	0	0.5
温州	华东大峡谷 Huadongda Canyon	5	70	3
绍兴	西小路	5	0	2



伊犁	葛洲坝玉湖景区	5	40	1
南昌	南昌华侨城·运动公园	5	0	2.5
嘉兴	谈仙岭石城 Tanxianling Stone City	5	50	1
金华	孝子祠公园	5	0	1
南京	明城墙公园 The Ming Dynasty Wall Park	5	0	2
湖州	谢安墓 Xie'anmu	5	25	1
南宁	不孤村人文景观	5	0	1
济南	济北王墓 Tomb of Prince Jibei	5	30	1
哈密	白杨河佛教遗址 Baiyang River Buddhism Ruins	5	40	1
丽水	举水月山村	5	0	1
呼伦贝尔	达永山景区 Dayong Mountain Scenic Area	5	70	2
乌鲁木齐	南山国家森林公园 Nan Mountain National Forest Park	5	50	2
天津	七里海 Qilihai Scenic Resort	5	35	2
衢州	衢州天王塔沉浸式艺术馆	5	60	1
舟山	金鸡山渔村 Jinji Mountain Fishing Village	5	0	1
合肥	撮街	5	0	1
福州	北岚岭 Beilanling	5	0	1.5
吐鲁番	沙雕区 Sand Sculpture	5	0	2
石家庄	唐宋古城 Tang & Song Ancient City	5	80	1.5

#### 4. 城市高铁互通往返时间

出发站	到达站	运行时间
上海	上海	0.517 小时
上海	丽水	3.383 小时
上海	乌鲁木齐	48.558 小时
上海	北京	6.573 小时
上海	南京	2.078 小时
上海	南宁	22.997 小时
上海	南昌	4.950 小时
上海	合肥	2.821 小时
上海	哈尔滨	18.000 小时
上海	嘉兴	0.787 小时
上海	天津	5.528 小时
上海	宁波	2.465 小时
上海	广州	12.505 小时
上海	成都	28.849 小时
上海	杭州	1.654 小时
上海	武汉	4.383 小时
上海	济南	7.494 小时
上海	深圳	12.473 小时
上海	温州	4.082 小时
上海	湛江	28.700 小时
上海	珠海	12.633 小时

上海	石家庄	15.390 小时
上海	福州	6.813 小时
上海	衢州	3.733 小时
上海	重庆	16.088 小时
上海	金华	2.689 小时
东莞	上海	16.044 小时
东莞	佛山	0.700 小时
东莞	北京	19.825 小时
东莞	南宁	3.392 小时
东莞	南昌	10.229 小时
东莞	合肥	18.167 小时
东莞	天津	30.417 小时
东莞	广州	0.784 小时
东莞	惠州	1.233 小时
东莞	成都	34.675 小时
东莞	梅州	4.304 小时
东莞	汕头	4.097 小时
东莞	河源	1.625 小时
东莞	济南	26.633 小时
东莞	深圳	0.728 小时
东莞	湛江	3.425 小时
东莞	潮州	2.556 小时
东莞	石家庄	8.717 小时

东莞	福州	5.900 小时
东莞	肇庆	1.908 小时
东莞	重庆	20.450 小时
中山	上海	12.350 小时
中山	佛山	0.972 小时
中山	北京	10.950 小时
中山	南宁	4.367 小时
中山	广州	0.582 小时
中山	成都	9.783 小时
中山	梅州	5.033 小时
中山	湛江	2.971 小时
中山	珠海	0.639 小时
中山	阳江	1.363 小时
丽水	上海	2.826 小时
丽水	丽水	0.433 小时
丽水	北京	17.056 小时
丽水	南京	3.439 小时
丽水	南宁	10.733 小时
丽水	南昌	4.574 小时
丽水	合肥	4.331 小时
丽水	宁波	3.050 小时
丽水	广州	20.972 小时
丽水	成都	25.020 小时
丽水	杭州	6.123 小时
丽水	济南	6.975 小时
丽水	温州	1.488 小时
丽水	湖州	2.150 小时
丽水	福州	3.808 小时
乌鲁木齐	上海	28.933 小时
乌鲁木齐	乌鲁木齐	0.433 小时
乌鲁木齐	北京	34.142 小时
乌鲁木齐	南京	49.650 小时
乌鲁木齐	南宁	63.433 小时
乌鲁木齐	吐鲁番	1.062 小时
乌鲁木齐	广州	49.317 小时
乌鲁木齐	成都	36.658 小时
乌鲁木齐	杭州	57.050 小时
乌鲁木齐	济南	37.072 小时
乌鲁木齐	深圳	49.450 小时
乌鲁木齐	福州	49.833 小时
乌鲁木齐	重庆	37.196 小时
云浮	南宁	2.547 小时
云浮	广州	1.725 小时

云浮	深圳	1.783 小时
云浮	珠海	2.475 小时
佛山	上海	25.750 小时
佛山	佛山	0.433 小时
佛山	北京	23.283 小时
佛山	南宁	3.186 小时
佛山	哈尔滨	36.083 小时
佛山	广州	0.532 小时
佛山	成都	10.689 小时
佛山	深圳	2.153 小时
佛山	湛江	4.056 小时
佛山	珠海	1.052 小时
佛山	肇庆	0.736 小时
佛山	茂名	4.567 小时
佛山	重庆	11.075 小时
佛山	阳江	1.690 小时
佳木斯	佳木斯	1.933 小时
佳木斯	北京	23.073 小时
佳木斯	哈尔滨	7.258 小时
佳木斯	天津	24.006 小时
佳木斯	石家庄	11.567 小时
北京	上海	6.511 小时
北京	乌鲁木齐	34.300 小时
北京	佳木斯	15.867 小时
北京	北京	0.680 小时
北京	南京	7.050 小时
北京	南宁	25.377 小时
北京	南昌	14.174 小时
北京	合肥	6.457 小时
北京	呼伦贝尔	31.292 小时
北京	哈尔滨	9.519 小时
北京	嘉兴	6.700 小时
北京	天津	0.698 小时
北京	宁波	6.900 小时
北京	广州	18.420 小时
北京	成都	23.357 小时
北京	杭州	8.500 小时
北京	武汉	9.585 小时
北京	济南	1.880 小时
北京	深圳	15.631 小时
北京	温州	16.389 小时
北京	湛江	24.883 小时
北京	珠海	11.067 小时

北京	石家庄	3.810 小时
北京	福州	9.758 小时
北京	绍兴	5.383 小时
北京	衢州	7.750 小时
北京	重庆	21.779 小时
南京	上海	2.288 小时
南京	丽水	4.127 小时
南京	乌鲁木齐	45.717 小时
南京	北京	5.323 小时
南京	南京	0.309 小时
南京	南宁	18.840 小时
南京	南昌	5.154 小时
南京	合肥	1.056 小时
南京	哈尔滨	19.637 小时
南京	嘉兴	2.711 小时
南京	天津	3.992 小时
南京	宁波	3.656 小时
南京	广州	16.254 小时
南京	成都	18.905 小时
南京	杭州	2.565 小时
南京	武汉	2.853 小时
南京	济南	3.943 小时
南京	深圳	13.993 小时
南京	温州	5.424 小时
南京	石家庄	12.303 小时
南京	福州	9.860 小时
南京	绍兴	1.889 小时
南京	衢州	4.945 小时
南京	重庆	13.106 小时
南京	金华	3.487 小时
南宁	上海	24.933 小时
南宁	乌鲁木齐	58.433 小时
南宁	北京	22.452 小时
南宁	南京	15.800 小时
南宁	南宁	0.771 小时
南宁	合肥	3.233 小时
南宁	宁波	25.011 小时
南宁	广州	4.537 小时
南宁	成都	12.112 小时
南宁	济南	13.600 小时
南宁	深圳	6.888 小时
南宁	湛江	6.248 小时
南宁	珠海	4.970 小时

南宁	石家庄	11.783 小时
南宁	福州	10.775 小时
南宁	重庆	7.533 小时
南昌	上海	5.267 小时
南昌	东莞	11.658 小时
南昌	丽水	3.250 小时
南昌	乌鲁木齐	43.550 小时
南昌	北京	13.642 小时
南昌	南京	6.015 小时
南昌	南宁	14.808 小时
南昌	南昌	1.381 小时
南昌	合肥	7.625 小时
南昌	哈尔滨	33.075 小时
南昌	嘉兴	3.550 小时
南昌	天津	19.350 小时
南昌	宁波	6.012 小时
南昌	广州	8.457 小时
南昌	成都	20.462 小时
南昌	杭州	2.938 小时
南昌	梅州	7.683 小时
南昌	汕头	14.994 小时
南昌	济南	14.217 小时
南昌	深圳	11.196 小时
南昌	温州	7.114 小时
南昌	福州	4.766 小时
南昌	衢州	4.333 小时
南昌	重庆	14.212 小时
南昌	金华	2.017 小时
合肥	上海	3.763 小时
合肥	东莞	18.217 小时
合肥	丽水	4.650 小时
合肥	乌鲁木齐	48.908 小时
合肥	北京	7.448 小时
合肥	南京	1.021 小时
合肥	南宁	23.372 小时
合肥	南昌	4.844 小时
合肥	合肥	1.732 小时
合肥	嘉兴	3.925 小时
合肥	天津	5.267 小时
合肥	宁波	7.237 小时
合肥	广州	11.320 小时
合肥	成都	16.587 小时
合肥	杭州	4.281 小时

合肥	武汉	1.880 小时
合肥	济南	5.172 小时
合肥	深圳	15.925 小时
合肥	温州	9.851 小时
合肥	石家庄	10.344 小时
合肥	福州	4.577 小时
合肥	绍兴	3.500 小时
合肥	衢州	5.372 小时
合肥	重庆	12.936 小时
吐鲁番	上海	30.311 小时
吐鲁番	乌鲁木齐	1.680 小时
吐鲁番	北京	32.808 小时
吐鲁番	南京	47.817 小时
吐鲁番	南宁	61.717 小时
吐鲁番	吐鲁番	0.717 小时
吐鲁番	广州	47.983 小时
吐鲁番	成都	33.994 小时
吐鲁番	杭州	54.817 小时
吐鲁番	济南	35.439 小时
吐鲁番	深圳	48.000 小时
吐鲁番	福州	48.383 小时
吐鲁番	重庆	34.996 小时
呼伦贝尔	北京	28.577 小时
呼伦贝尔	呼伦贝尔	3.689 小时
呼伦贝尔	哈尔滨	14.268 小时
呼伦贝尔	成都	54.399 小时
哈尔滨	上海	20.133 小时
哈尔滨	东莞	48.192 小时
哈尔滨	乌鲁木齐	59.100 小时
哈尔滨	佳木斯	3.029 小时
哈尔滨	北京	12.924 小时
哈尔滨	南京	21.667 小时
哈尔滨	合肥	26.350 小时
哈尔滨	呼伦贝尔	11.821 小时
哈尔滨	哈尔滨	0.945 小时
哈尔滨	天津	16.006 小时
哈尔滨	广州	34.617 小时
哈尔滨	成都	50.500 小时
哈尔滨	杭州	31.233 小时
哈尔滨	济南	21.944 小时
哈尔滨	温州	45.963 小时
哈尔滨	石家庄	16.890 小时
哈尔滨	重庆	48.908 小时

嘉兴	上海	1.041 小时
嘉兴	丽水	2.758 小时
嘉兴	北京	8.279 小时
嘉兴	南京	2.948 小时
嘉兴	南宁	21.022 小时
嘉兴	南昌	5.759 小时
嘉兴	合肥	3.604 小时
嘉兴	哈尔滨	25.275 小时
嘉兴	嘉兴	0.183 小时
嘉兴	宁波	1.920 小时
嘉兴	广州	16.137 小时
嘉兴	成都	38.244 小时
嘉兴	杭州	0.947 小时
嘉兴	济南	13.200 小时
嘉兴	深圳	12.178 小时
嘉兴	温州	3.588 小时
嘉兴	湛江	28.100 小时
嘉兴	福州	4.597 小时
嘉兴	衢州	3.404 小时
嘉兴	重庆	15.562 小时
嘉兴	金华	2.225 小时
天津	上海	8.328 小时
天津	东莞	31.367 小时
天津	丽水	9.500 小时
天津	乌鲁木齐	42.617 小时
天津	佳木斯	20.693 小时
天津	北京	0.859 小时
天津	南京	6.983 小时
天津	南宁	40.733 小时
天津	南昌	8.550 小时
天津	合肥	6.050 小时
天津	呼伦贝尔	29.176 小时
天津	哈尔滨	10.816 小时
天津	天津	0.536 小时
天津	宁波	14.158 小时
天津	广州	25.603 小时
天津	成都	27.579 小时
天津	杭州	14.627 小时
天津	济南	2.480 小时
天津	深圳	20.306 小时
天津	温州	20.321 小时
天津	石家庄	4.423 小时
天津	福州	18.523 小时

天津	重庆	21.146 小时
宁波	上海	2.245 小时
宁波	北京	7.125 小时
宁波	南京	3.394 小时
宁波	南宁	20.433 小时
宁波	南昌	7.542 小时
宁波	合肥	4.074 小时
宁波	天津	6.250 小时
宁波	宁波	0.696 小时
宁波	广州	16.025 小时
宁波	成都	32.717 小时
宁波	杭州	1.045 小时
宁波	济南	12.811 小时
宁波	深圳	9.273 小时
宁波	温州	2.172 小时
宁波	珠海	10.800 小时
宁波	福州	4.112 小时
宁波	重庆	20.296 小时
宁波	金华	2.508 小时
广州	上海	13.067 小时
广州	东莞	1.367 小时
广州	乌鲁木齐	47.575 小时
广州	佛山	0.394 小时
广州	北京	12.637 小时
广州	南京	13.067 小时
广州	南宁	3.347 小时
广州	南昌	6.484 小时
广州	合肥	16.061 小时
广州	哈尔滨	34.842 小时
广州	天津	17.700 小时
广州	宁波	19.700 小时
广州	广州	0.389 小时
广州	惠州	2.850 小时
广州	成都	16.264 小时
广州	杭州	7.483 小时
广州	梅州	4.705 小时
广州	武汉	6.877 小时
广州	汕头	4.573 小时
广州	河源	2.483 小时
广州	济南	14.322 小时
广州	深圳	1.195 小时
广州	温州	23.408 小时
广州	湛江	3.254 小时

广州	潮州	2.806 小时
广州	珠海	1.162 小时
广州	石家庄	14.333 小时
广州	福州	6.183 小时
广州	肇庆	1.254 小时
广州	茂名	2.827 小时
广州	重庆	12.166 小时
广州	阳江	1.889 小时
广州	韶关	3.867 小时
惠州	上海	13.021 小时
惠州	东莞	0.867 小时
惠州	北京	24.442 小时
惠州	南京	12.667 小时
惠州	南昌	8.606 小时
惠州	合肥	16.789 小时
惠州	天津	29.600 小时
惠州	广州	1.773 小时
惠州	成都	35.289 小时
惠州	梅州	3.647 小时
惠州	汕头	3.202 小时
惠州	汕尾	0.617 小时
惠州	河源	0.875 小时
惠州	济南	25.817 小时
惠州	深圳	0.906 小时
惠州	湛江	4.400 小时
惠州	潮州	1.656 小时
惠州	珠海	2.550 小时
惠州	福州	4.968 小时
惠州	重庆	21.267 小时
成都	上海	27.183 小时
成都	东莞	30.467 小时
成都	乌鲁木齐	35.067 小时
成都	佛山	8.517 小时
成都	北京	24.796 小时
成都	南京	11.592 小时
成都	南宁	10.889 小时
成都	南昌	19.525 小时
成都	呼伦贝尔	55.700 小时
成都	哈尔滨	49.117 小时
成都	天津	24.800 小时
成都	宁波	35.333 小时
成都	广州	10.384 小时
成都	成都	0.316 小时

成都	杭州	19.400 小时
成都	武汉	18.950 小时
成都	济南	11.383 小时
成都	深圳	35.633 小时
成都	温州	25.708 小时
成都	湛江	22.350 小时
成都	珠海	10.042 小时
成都	福州	22.244 小时
成都	重庆	2.066 小时
揭阳	上海	10.107 小时
揭阳	南昌	8.833 小时
揭阳	广州	3.449 小时
揭阳	杭州	8.875 小时
揭阳	梅州	1.025 小时
揭阳	汕头	1.095 小时
揭阳	深圳	1.852 小时
揭阳	湛江	5.650 小时
揭阳	潮州	0.520 小时
揭阳	珠海	4.300 小时
揭阳	福州	3.906 小时
揭阳	重庆	26.100 小时
杭州	上海	1.615 小时
杭州	丽水	2.326 小时
杭州	乌鲁木齐	53.767 小时
杭州	北京	7.180 小时
杭州	南京	2.364 小时
杭州	南宁	16.328 小时
杭州	南昌	3.729 小时
杭州	合肥	3.191 小时
杭州	哈尔滨	26.017 小时
杭州	嘉兴	0.467 小时
杭州	天津	5.350 小时
杭州	宁波	1.722 小时
杭州	广州	11.412 小时
杭州	成都	28.606 小时
杭州	杭州	0.793 小时
杭州	武汉	3.767 小时
杭州	济南	8.067 小时
杭州	深圳	10.849 小时
杭州	温州	3.941 小时
杭州	湖州	0.650 小时
杭州	湛江	26.667 小时
杭州	珠海	11.683 小时

杭州	石家庄	18.100 小时
杭州	福州	4.881 小时
杭州	绍兴	0.533 小时
杭州	衢州	2.099 小时
杭州	重庆	15.757 小时
杭州	金华	1.592 小时
梅州	广州	5.249 小时
梅州	梅州	0.700 小时
梅州	汕头	2.772 小时
梅州	深圳	3.219 小时
梅州	潮州	0.756 小时
梅州	珠海	5.217 小时
梅州	重庆	25.117 小时
武汉	上海	5.940 小时
武汉	东莞	21.833 小时
武汉	丽水	6.133 小时
武汉	北京	7.794 小时
武汉	南京	3.217 小时
武汉	南宁	11.317 小时
武汉	南昌	2.857 小时
武汉	哈尔滨	12.550 小时
武汉	嘉兴	6.250 小时
武汉	天津	6.194 小时
武汉	宁波	7.200 小时
武汉	广州	5.626 小时
武汉	惠州	15.467 小时
武汉	成都	13.501 小时
武汉	杭州	5.430 小时
武汉	梅州	10.650 小时
武汉	武汉	0.507 小时
武汉	汕头	19.983 小时
武汉	济南	8.650 小时
武汉	深圳	6.624 小时
武汉	温州	10.328 小时
武汉	湛江	20.900 小时
武汉	石家庄	4.258 小时
武汉	福州	7.398 小时
武汉	重庆	6.775 小时
汕头	上海	9.950 小时
汕头	南京	10.158 小时
汕头	南昌	10.142 小时
汕头	广州	3.842 小时
汕头	杭州	8.592 小时

汕头	梅州	1.700 小时
汕头	汕头	0.765 小时
汕头	深圳	2.296 小时
汕头	湛江	6.475 小时
汕头	潮州	0.346 小时
汕头	福州	3.493 小时
汕头	重庆	27.067 小时
汕尾	上海	10.917 小时
汕尾	南京	11.558 小时
汕尾	南昌	7.550 小时
汕尾	广州	2.212 小时
汕尾	杭州	9.583 小时
汕尾	梅州	2.270 小时
汕尾	汕头	1.540 小时
汕尾	汕尾	0.400 小时
汕尾	深圳	1.282 小时
汕尾	湛江	5.217 小时
汕尾	潮州	1.109 小时
汕尾	珠海	3.183 小时
汕尾	福州	4.337 小时
江门	佛山	1.235 小时
江门	北京	11.233 小时
江门	广州	0.886 小时
江门	汕头	4.300 小时
江门	深圳	1.333 小时
江门	湛江	2.320 小时
江门	珠海	2.108 小时
江门	肇庆	1.517 小时
江门	茂名	1.552 小时
江门	阳江	0.991 小时
河源	上海	16.183 小时
河源	东莞	2.352 小时
河源	北京	26.400 小时
河源	南昌	8.242 小时
河源	合肥	15.283 小时
河源	天津	28.208 小时
河源	广州	3.728 小时
河源	成都	33.833 小时
河源	梅州	3.156 小时
河源	汕头	4.795 小时
河源	济南	24.050 小时
河源	深圳	3.343 小时
河源	重庆	22.742 小时

济南	上海	4.997 小时
济南	丽水	8.133 小时
济南	乌鲁木齐	38.150 小时
济南	佳木斯	29.950 小时
济南	北京	2.146 小时
济南	南京	2.567 小时
济南	南宁	21.767 小时
济南	南昌	9.867 小时
济南	合肥	2.729 小时
济南	哈尔滨	14.833 小时
济南	嘉兴	4.800 小时
济南	天津	1.585 小时
济南	宁波	9.943 小时
济南	广州	17.321 小时
济南	成都	21.967 小时
济南	杭州	5.533 小时
济南	济南	0.625 小时
济南	深圳	20.656 小时
济南	温州	12.686 小时
济南	石家庄	2.904 小时
济南	福州	12.035 小时
济南	绍兴	3.833 小时
济南	衢州	5.983 小时
济南	重庆	17.211 小时
深圳	上海	12.601 小时
深圳	乌鲁木齐	48.617 小时
深圳	佛山	1.150 小时
深圳	北京	15.505 小时
深圳	南京	12.192 小时
深圳	南宁	3.700 小时
深圳	南昌	7.842 小时
深圳	合肥	18.000 小时
深圳	天津	31.083 小时
深圳	广州	1.093 小时
深圳	惠州	0.389 小时
深圳	成都	34.957 小时
深圳	杭州	10.383 小时
深圳	梅州	3.347 小时
深圳	武汉	4.333 小时
深圳	汕头	2.504 小时
深圳	汕尾	1.057 小时
深圳	河源	2.433 小时
深圳	济南	18.867 小时

深圳	深圳	1.376 小时
深圳	湛江	5.279 小时
深圳	潮州	2.162 小时
深圳	珠海	2.042 小时
深圳	石家庄	9.000 小时
深圳	福州	5.337 小时
深圳	肇庆	2.161 小时
深圳	重庆	15.012 小时
温州	上海	4.251 小时
温州	北京	11.660 小时
温州	南京	4.942 小时
温州	南宁	11.933 小时
温州	南昌	6.850 小时
温州	合肥	6.195 小时
温州	宁波	1.879 小时
温州	广州	22.800 小时
温州	成都	12.356 小时
温州	杭州	2.977 小时
温州	济南	7.558 小时
温州	深圳	7.386 小时
温州	温州	0.534 小时
温州	福州	2.171 小时
湖州	上海	2.508 小时
湖州	丽水	2.527 小时
湖州	乌鲁木齐	52.808 小时
湖州	北京	6.356 小时
湖州	南京	1.165 小时
湖州	南宁	11.077 小时
湖州	南昌	4.921 小时
湖州	合肥	2.117 小时
湖州	天津	4.858 小时
湖州	宁波	3.033 小时
湖州	成都	13.850 小时
湖州	杭州	0.892 小时
湖州	济南	4.477 小时
湖州	深圳	10.700 小时
湖州	温州	5.090 小时
湖州	石家庄	16.992 小时
湖州	福州	5.575 小时
湖州	绍兴	1.083 小时
湖州	衢州	2.133 小时
湖州	重庆	16.264 小时
湖州	金华	1.442 小时

湛江	上海	31.667 小时
湛江	佛山	3.255 小时
湛江	北京	29.853 小时
湛江	南宁	6.511 小时
湛江	哈尔滨	43.417 小时
湛江	广州	3.035 小时
湛江	成都	21.611 小时
湛江	武汉	23.078 小时
湛江	汕头	6.483 小时
湛江	深圳	8.213 小时
湛江	湛江	0.624 小时
湛江	珠海	4.117 小时
湛江	肇庆	3.767 小时
潮州	上海	9.556 小时
潮州	南京	10.750 小时
潮州	南昌	8.617 小时
潮州	广州	3.445 小时
潮州	杭州	8.300 小时
潮州	梅州	1.150 小时
潮州	汕头	0.510 小时
潮州	深圳	2.263 小时
潮州	湛江	6.083 小时
潮州	潮州	0.378 小时
潮州	珠海	4.483 小时
潮州	福州	3.166 小时
潮州	重庆	26.517 小时
珠海	上海	12.733 小时
珠海	佛山	1.400 小时
珠海	北京	11.333 小时
珠海	南宁	4.750 小时
珠海	广州	1.059 小时
珠海	成都	10.167 小时
珠海	梅州	5.417 小时
珠海	湛江	4.550 小时
珠海	珠海	0.308 小时
石家庄	上海	16.016 小时
石家庄	乌鲁木齐	32.542 小时
石家庄	佳木斯	11.300 小时
石家庄	北京	2.279 小时
石家庄	南宁	20.060 小时
石家庄	南昌	13.754 小时
石家庄	哈尔滨	12.988 小时
石家庄	嘉兴	8.383 小时



石家庄	天津	3.802 小时
石家庄	广州	18.473 小时
石家庄	成都	20.324 小时
石家庄	杭州	16.715 小时
石家庄	武汉	9.519 小时
石家庄	济南	3.161 小时
石家庄	深圳	9.343 小时
石家庄	温州	29.108 小时
石家庄	湛江	22.467 小时
石家庄	珠海	9.675 小时
石家庄	石家庄	0.478 小时
石家庄	重庆	17.533 小时
福州	上海	6.044 小时
福州	乌鲁木齐	49.367 小时
福州	北京	12.586 小时
福州	南京	7.507 小时
福州	南宁	10.567 小时
福州	南昌	3.522 小时
福州	合肥	4.592 小时
福州	天津	9.450 小时
福州	宁波	3.852 小时
福州	广州	6.033 小时
福州	成都	21.178 小时
福州	杭州	4.728 小时
福州	济南	7.617 小时
福州	深圳	5.320 小时
福州	温州	2.083 小时
福州	湖州	4.933 小时
福州	福州	0.975 小时
福州	重庆	24.139 小时
绍兴	上海	1.976 小时
绍兴	丽水	1.667 小时
绍兴	北京	8.204 小时
绍兴	南京	2.819 小时
绍兴	南宁	17.471 小时
绍兴	南昌	4.915 小时
绍兴	合肥	4.090 小时
绍兴	天津	5.683 小时
绍兴	宁波	1.367 小时
绍兴	广州	17.743 小时
绍兴	成都	32.907 小时
绍兴	杭州	0.500 小时
绍兴	济南	11.933 小时

绍兴	深圳	9.939 小时
绍兴	温州	3.214 小时
绍兴	湛江	25.933 小时
绍兴	福州	5.660 小时
绍兴	衢州	1.583 小时
绍兴	重庆	17.869 小时
绍兴	金华	1.272 小时
肇庆	上海	27.333 小时
肇庆	佛山	0.654 小时
肇庆	北京	25.017 小时
肇庆	南宁	2.777 小时
肇庆	哈尔滨	38.283 小时
肇庆	广州	1.130 小时
肇庆	成都	10.382 小时
肇庆	深圳	2.704 小时
肇庆	湛江	6.467 小时
肇庆	珠海	1.922 小时
肇庆	肇庆	0.343 小时
肇庆	茂名	3.317 小时
肇庆	重庆	8.424 小时
茂名	上海	31.117 小时
茂名	佛山	2.736 小时
茂名	北京	20.533 小时
茂名	哈尔滨	41.950 小时
茂名	广州	3.213 小时
茂名	成都	29.389 小时
茂名	汕头	5.950 小时
茂名	深圳	8.343 小时
茂名	湛江	0.810 小时
茂名	珠海	3.583 小时
茂名	肇庆	3.217 小时
茂名	茂名	0.383 小时
茂名	重庆	24.706 小时
衢州	上海	3.496 小时
衢州	丽水	1.619 小时
衢州	北京	7.472 小时
衢州	南京	4.114 小时
衢州	南宁	15.153 小时
衢州	南昌	2.426 小时
衢州	合肥	5.140 小时
衢州	嘉兴	1.983 小时
衢州	宁波	4.963 小时
衢州	广州	13.533 小时

衢州	成都	30.267 小时
衢州	杭州	2.049 小时
衢州	济南	6.133 小时
衢州	深圳	13.667 小时
衢州	温州	3.915 小时
衢州	湛江	23.283 小时
衢州	福州	3.647 小时
衢州	衢州	0.357 小时
衢州	重庆	17.028 小时
重庆	上海	14.283 小时
重庆	东莞	21.583 小时
重庆	乌鲁木齐	35.760 小时
重庆	佛山	6.633 小时
重庆	北京	19.518 小时
重庆	南京	9.921 小时
重庆	南宁	14.732 小时
重庆	南昌	9.978 小时
重庆	哈尔滨	47.883 小时
重庆	天津	11.717 小时
重庆	宁波	20.442 小时
重庆	广州	11.161 小时
重庆	成都	2.991 小时
重庆	杭州	13.947 小时
重庆	汕头	24.537 小时
重庆	济南	17.561 小时
重庆	深圳	28.449 小时
重庆	温州	24.428 小时
重庆	湛江	18.917 小时
重庆	福州	15.922 小时
重庆	重庆	1.705 小时
金华	上海	3.223 小时
金华	丽水	1.002 小时
金华	北京	12.735 小时
金华	南京	2.904 小时
金华	南宁	14.652 小时
金华	南昌	2.948 小时
金华	合肥	3.925 小时
金华	嘉兴	1.325 小时
金华	宁波	3.513 小时
金华	广州	14.104 小时
金华	成都	27.920 小时
金华	杭州	1.732 小时
金华	济南	5.954 小时

金华	深圳	15.021 小时
金华	温州	2.974 小时
金华	湖州	1.533 小时
金华	湛江	25.033 小时
金华	福州	3.919 小时
金华	衢州	1.057 小时
金华	重庆	15.735 小时
金华	金华	0.669 小时
阳江	佛山	2.083 小时
阳江	北京	12.183 小时
阳江	广州	1.921 小时
阳江	成都	31.817 小时
阳江	汕头	5.250 小时
阳江	深圳	5.028 小时
阳江	湛江	1.421 小时
阳江	珠海	2.883 小时
阳江	肇庆	2.511 小时
阳江	茂名	0.990 小时
阳江	阳江	0.283 小时
韶关	上海	15.179 小时
韶关	东莞	4.683 小时
韶关	乌鲁木齐	45.250 小时
韶关	北京	11.863 小时
韶关	南京	17.450 小时
韶关	南昌	7.880 小时
韶关	合肥	5.733 小时
韶关	哈尔滨	32.375 小时
韶关	天津	24.200 小时
韶关	宁波	17.433 小时
韶关	广州	1.941 小时
韶关	惠州	5.475 小时
韶关	成都	23.000 小时
韶关	杭州	6.633 小时
韶关	武汉	3.550 小时
韶关	汕头	7.258 小时
韶关	济南	13.000 小时
韶关	深圳	2.680 小时
韶关	温州	21.200 小时
韶关	珠海	1.983 小时
韶关	石家庄	7.483 小时
韶关	重庆	19.471 小时
韶关	韶关	0.925 小时

## 5. 城市间高铁价格

出发站	到达站	价格
上海	上海	15.7192437
上海	丽水	209.76
上海	乌鲁木齐	1882.55
上海	北京	613.1706122
上海	南京	139.3544444
上海	南宁	948.06
上海	南昌	346.84
上海	合肥	213.7259459
上海	哈尔滨	1144.25
上海	嘉兴	38.18
上海	天津	557.98
上海	宁波	146.6122222
上海	广州	801.5828571
上海	成都	1050.585882
上海	杭州	83.20588235
上海	武汉	376.3153846
上海	济南	443.7466667
上海	深圳	708.5061538
上海	温州	254.3394118
上海	湛江	506.92
上海	珠海	846.86
上海	石家庄	642.528
上海	福州	397.5461538
上海	衢州	180.9054545
上海	重庆	901.2107692
上海	金华	146.4333333
东莞	上海	754.5533333
东莞	佛山	38.18
东莞	北京	1071.57
东莞	南宁	281.98
东莞	南昌	423.775
东莞	合肥	614.56
东莞	天津	1063.98
东莞	广州	35.20922601
东莞	惠州	28.36666667
东莞	成都	1131.83
东莞	梅州	197.5125
东莞	汕头	179.6683333
东莞	河源	61.64
东莞	济南	924.14
东莞	深圳	25.69961814

东莞	湛江	221.72
东莞	潮州	166.75
东莞	石家庄	950.82
东莞	福州	373.06
东莞	肇庆	83.95
东莞	重庆	823.86
中山	上海	825.7
中山	佛山	43.85333333
中山	北京	1089.28
中山	南宁	291.18
中山	广州	25.46477612
中山	成都	723.58
中山	梅州	274.62
中山	湛江	183.9425
中山	珠海	26.17157895
中山	阳江	79.396
丽水	上海	205.76375
丽水	丽水	22.16761905
丽水	北京	794.1133333
丽水	南京	282.1026667
丽水	南宁	810.98
丽水	南昌	221.7857143
丽水	合肥	406.41
丽水	宁波	124.8133333
丽水	广州	718.3666667
丽水	成都	1018.164
丽水	杭州	108.3927273
丽水	济南	546.94
丽水	温州	62.44057692
丽水	湖州	146.28
丽水	福州	226.09
乌鲁木齐	上海	1887.073333
乌鲁木齐	乌鲁木齐	9.982
乌鲁木齐	北京	1446.24
乌鲁木齐	南京	1765.02
乌鲁木齐	南宁	2123.82
乌鲁木齐	吐鲁番	81.926
乌鲁木齐	广州	2144.98
乌鲁木齐	成都	1400.01
乌鲁木齐	杭州	1945.34
乌鲁木齐	济南	1631.926667
乌鲁木齐	深圳	2146.36
乌鲁木齐	福州	2036.42

乌鲁木齐	重庆	1415.42
云浮	南宁	180.1973333
云浮	广州	77.18196721
云浮	深圳	110.4
云浮	珠海	134.55
佛山	上海	828.92
佛山	佛山	12.88
佛山	北京	1065.36
佛山	南宁	241.73
佛山	哈尔滨	1627.48
佛山	广州	15.42455696
佛山	成都	696.3825
佛山	深圳	72.128
佛山	湛江	210.3925
佛山	珠海	45.34631579
佛山	肇庆	31.50716049
佛山	茂名	155.94
佛山	重庆	588.8
佛山	阳江	91.95157895
佳木斯	佳木斯	43.37416667
佳木斯	北京	818.6275
佳木斯	哈尔滨	258.8861224
佳木斯	天津	799.6333333
佳木斯	石家庄	851.46
北京	上海	613.8853333
北京	乌鲁木齐	1446.24
北京	佳木斯	731.86
北京	北京	15.07844156
北京	南京	500.48
北京	南宁	1171.436
北京	南昌	779.7
北京	合肥	478.1444444
北京	呼伦贝尔	1025.915
北京	哈尔滨	591.2452632
北京	嘉兴	644.92
北京	天津	59.05203252
北京	宁波	659.64
北京	广州	1057.448
北京	成都	944.932
北京	杭州	662.262
北京	武汉	561.5577778
北京	济南	186.76
北京	深圳	1099.348889

北京	温州	828.7666667
北京	湛江	1260.63
北京	珠海	1110.44
北京	石家庄	153.0704762
北京	福州	910.34
北京	绍兴	608.12
北京	衢州	712.08
北京	重庆	963.93
南京	上海	136.5619417
南京	丽水	268.9327273
南京	乌鲁木齐	1751.066667
南京	北京	476.5784
南京	南京	12.37619048
南京	南宁	908.3685714
南京	南昌	358.8575
南京	合肥	103.9780392
南京	哈尔滨	1029.756
南京	嘉兴	176.7933333
南京	天津	422.28
南京	宁波	223.4258333
南京	广州	811.9
南京	成都	822.0638095
南京	杭州	154.985283
南京	武汉	237.5644444
南京	济南	298.77
南京	深圳	800.5971429
南京	温州	317.9111111
南京	石家庄	505.172
南京	福州	473.4057143
南京	绍兴	137.54
南京	衢州	276.046
南京	重庆	714.9933333
南京	金华	196.236
南宁	上海	947.9066667
南宁	乌鲁木齐	2123.82
南宁	北京	1153.45
南宁	南京	924.715
南宁	南宁	34.27560976
南宁	合肥	885.96
南宁	宁波	993.14
南宁	广州	260.7859259
南宁	成都	663.6485714
南宁	济南	1138.5

南宁	深圳	338.445
南宁	湛江	183.54
南宁	珠海	314.364
南宁	石家庄	991.76
南宁	福州	835.13
南宁	重庆	504.85
南昌	上海	348.312
南昌	东莞	391.874
南昌	丽水	207.92
南昌	乌鲁木齐	1742.02
南昌	北京	721.2557895
南昌	南京	342.8061538
南昌	南宁	606.7911111
南昌	南昌	69.23
南昌	合肥	218.96
南昌	哈尔滨	1236.25
南昌	嘉兴	302.22
南昌	天津	667.46
南昌	宁波	361.9586667
南昌	广州	456.6963636
南昌	成都	777.17
南昌	杭州	267.8426667
南昌	梅州	460.46
南昌	汕头	424.2733333
南昌	济南	552.69
南昌	深圳	446.2
南昌	温州	286.4573333
南昌	福州	254.9741667
南昌	衢州	215.74
南昌	重庆	640.9215385
南昌	金华	217.58
合肥	上海	210.8935714
合肥	东莞	594.09
合肥	丽水	302.22
合肥	乌鲁木齐	1755.36
合肥	北京	476.5451613
合肥	南京	100.8815385
合肥	南宁	889.7933333
合肥	南昌	277.5333333
合肥	合肥	34.92461538
合肥	嘉兴	249.55
合肥	天津	427.8
合肥	宁波	271.4575

合肥	广州	665.666
合肥	成都	722.1342857
合肥	杭州	195.7476923
合肥	武汉	157.9077778
合肥	济南	264.5
合肥	深圳	648.6
合肥	温州	395.14
合肥	石家庄	450.34
合肥	福州	384.4788235
合肥	绍兴	234.83
合肥	衢州	346.5333333
合肥	重庆	599.2266667
吐鲁番	上海	1813.933333
吐鲁番	乌鲁木齐	75.43313433
吐鲁番	北京	1380.46
吐鲁番	南京	1698.32
吐鲁番	南宁	2057.12
吐鲁番	吐鲁番	56.58
吐鲁番	广州	2079.2
吐鲁番	成都	849.62
吐鲁番	杭州	1868.52
吐鲁番	济南	1564.46
吐鲁番	深圳	2080.58
吐鲁番	福州	1959.6
吐鲁番	重庆	1343.085
呼伦贝尔	北京	927.0415385
呼伦贝尔	呼伦贝尔	71.36361702
呼伦贝尔	哈尔滨	290.3366667
呼伦贝尔	成都	1827.465
哈尔滨	上海	1156.44
哈尔滨	东莞	1581.71
哈尔滨	乌鲁木齐	2088.86
哈尔滨	佳木斯	132.4164474
哈尔滨	北京	605.9652632
哈尔滨	南京	1049.26
哈尔滨	合肥	1015.68
哈尔滨	呼伦贝尔	376.3566667
哈尔滨	哈尔滨	40.41866667
哈尔滨	天津	521.41
哈尔滨	广州	1426
哈尔滨	成都	1603.33
哈尔滨	杭州	1252.58
哈尔滨	济南	493.2733333

哈尔滨	温州	1501.072
哈尔滨	石家庄	753.2676923
哈尔滨	重庆	1608.85
嘉兴	上海	40.94211009
嘉兴	丽水	171.12
嘉兴	北京	664.3057143
嘉兴	南京	164.9221053
嘉兴	南宁	912.87
嘉兴	南昌	313.26
嘉兴	合肥	256.2711111
嘉兴	哈尔滨	1216.24
嘉兴	嘉兴	7.82
嘉兴	宁波	103.2578947
嘉兴	广州	734.39
嘉兴	成都	1140.033333
嘉兴	杭州	41.27733333
嘉兴	济南	490.82
嘉兴	深圳	629.88375
嘉兴	温州	214.7388235
嘉兴	湛江	-120.06
嘉兴	福州	344.5818182
嘉兴	衢州	143.405
嘉兴	重庆	902.0025
嘉兴	金华	117.07
天津	上海	565.11
天津	东莞	1060.76
天津	丽水	805
天津	乌鲁木齐	1508.8
天津	佳木斯	585.9377778
天津	北京	57.70965986
天津	南京	449.42
天津	南宁	1252.12
天津	南昌	799.94
天津	合肥	414
天津	呼伦贝尔	958.7057143
天津	哈尔滨	502.32
天津	天津	18.20871287
天津	宁波	682.7933333
天津	广州	1041.256
天津	成都	1013.117143
天津	杭州	657.892
天津	济南	125.12
天津	深圳	777.5533333

天津	温州	815.5142857
天津	石家庄	159.9176471
天津	福州	866.364
天津	重庆	1011.195
宁波	上海	138.0575
宁波	北京	661.4033333
宁波	南京	225.63
宁波	南宁	997.05
宁波	南昌	355.695
宁波	合肥	313.5847059
宁波	天津	611.34
宁波	宁波	22.20777778
宁波	广州	686.09
宁波	成都	1126.54
宁波	杭州	77.14470588
宁波	济南	553.2266667
宁波	深圳	540.1358333
宁波	温州	118.6465455
宁波	珠海	702.42
宁波	福州	265.88
宁波	重庆	884.695
宁波	金华	153.64
广州	上海	805.69
广州	东莞	37.835
广州	乌鲁木齐	2115.77
广州	佛山	15.64
广州	北京	1058.328571
广州	南京	806.0733333
广州	南宁	258.936875
广州	南昌	466.0375
广州	合肥	652.5866667
广州	哈尔滨	1521.68
广州	天津	1095.95
广州	宁波	734.16
广州	广州	12.78529412
广州	惠州	68.31
广州	成都	802.9555556
广州	杭州	750.26
广州	梅州	235.1914286
广州	武汉	493.6768421
广州	汕头	209.5628571
广州	河源	101.2
广州	济南	1012

广州	深圳	58.89095238
广州	温州	767.51
广州	湛江	198.9434286
广州	潮州	188.2107692
广州	珠海	54.27369863
广州	石家庄	926.9
广州	福州	396.06
广州	肇庆	53.04375
广州	茂名	158.332
广州	重庆	674.8684211
广州	阳江	102.58
广州	韶关	148.12
惠州	上海	718.7828571
惠州	东莞	24.035
惠州	北京	1038.22
惠州	南京	805
惠州	南昌	469.9666667
惠州	合肥	587.88
惠州	天津	1039.14
惠州	广州	68.726875
惠州	成都	1132.98
惠州	梅州	153.18
惠州	汕头	136.2854545
惠州	汕尾	46
惠州	河源	36.8
惠州	济南	899.3
惠州	深圳	31.26275
惠州	湛江	271.4
惠州	潮州	111.1576471
惠州	珠海	126.04
惠州	福州	310.6672727
惠州	重庆	848.7
成都	上海	1010.083333
成都	东莞	1181.74
成都	乌鲁木齐	1411.74
成都	佛山	668.38
成都	北京	943.8816667
成都	南京	813.51
成都	南宁	680.57
成都	南昌	760.84
成都	呼伦贝尔	1896.58
成都	哈尔滨	1615.06
成都	天津	1003.49

成都	宁波	1137.58
成都	广州	719.8041667
成都	成都	11.12518519
成都	杭州	937.1733333
成都	武汉	612.72
成都	济南	840.42
成都	深圳	1147.7
成都	温州	1081.69
成都	湛江	799.94
成都	珠海	739.91
成都	福州	1030.246667
成都	重庆	160.7583051
揭阳	上海	654.396
揭阳	南昌	422.5866667
揭阳	广州	171.35
揭阳	杭州	557.52
揭阳	梅州	56.63411765
揭阳	汕头	40.664
揭阳	深圳	114.3866667
揭阳	湛江	361.56
揭阳	潮州	24.932
揭阳	珠海	235.75
揭阳	福州	232.76
揭阳	重庆	999.12
杭州	上海	77.96389381
杭州	丽水	145.176
杭州	乌鲁木齐	1945.34
杭州	北京	624.2618182
杭州	南京	148.9721311
杭州	南宁	856.5966667
杭州	南昌	275.8773333
杭州	合肥	244.7384
杭州	哈尔滨	1252.58
杭州	嘉兴	34.5
杭州	天津	540.04
杭州	宁波	80.78382979
杭州	广州	724.5
杭州	成都	1018.363333
杭州	杭州	35.32964286
杭州	武汉	362.48
杭州	济南	445.1266667
杭州	深圳	633.2847059
杭州	温州	191.2184615

杭州	湖州	0.92
杭州	湛江	939.78
杭州	珠海	773.72
杭州	石家庄	650.9
杭州	福州	326.4275
杭州	绍兴	-21.85
杭州	衢州	115.5213333
杭州	重庆	850.6714286
杭州	金华	18.32333333
梅州	广州	184.9583333
梅州	梅州	28.06
梅州	汕头	69.53666667
梅州	深圳	183.425
梅州	潮州	45.84666667
梅州	珠海	279.5266667
梅州	重庆	968.76
武汉	上海	394.07
武汉	东莞	565.34
武汉	丽水	418.6
武汉	北京	563.2490909
武汉	南京	275.08
武汉	南宁	574.0033333
武汉	南昌	162.7085714
武汉	哈尔滨	1126.54
武汉	嘉兴	419.06
武汉	天津	571.1666667
武汉	宁波	458.4666667
武汉	广州	496.34
武汉	惠州	559.82
武汉	成都	561.568
武汉	杭州	369.2777778
武汉	梅州	626.98
武汉	武汉	12.93411765
武汉	汕头	602.6
武汉	济南	511.6733333
武汉	深圳	543.3451852
武汉	温州	494.04
武汉	湛江	690.69
武汉	石家庄	445.28
武汉	福州	410.205
武汉	重庆	391.092
汕头	上海	618.24
汕头	南京	669.3

汕头	南昌	415.84
汕头	广州	193.72
汕头	杭州	545.1
汕头	梅州	67.16
汕头	汕头	25.3
汕头	深圳	138.9391667
汕头	湛江	399.28
汕头	潮州	14.3175
汕头	福州	213.3085714
汕头	重庆	1026.72
汕尾	上海	674.82
汕尾	南京	772.8
汕尾	南昌	480.7
汕尾	广州	128.2161538
汕尾	杭州	609.27
汕尾	梅州	129.812
汕尾	汕头	83.08
汕尾	汕尾	15.18
汕尾	深圳	97.20694444
汕尾	湛江	333.5
汕尾	潮州	71.23428571
汕尾	珠海	172.04
汕尾	福州	266.3071429
江门	佛山	61.525
江门	北京	1091.12
江门	广州	41.67088889
江门	汕头	234.6
江门	深圳	80.96
江门	湛江	152.4933333
江门	珠海	107.64
江门	肇庆	86.17333333
江门	茂名	105.8
江门	阳江	62.12628571
河源	上海	661.94
河源	东莞	75.30857143
河源	北京	984.17
河源	南昌	317.63
河源	合肥	531.116
河源	天津	985.09
河源	广州	104.8258824
河源	成都	1079.543333
河源	梅州	87.47666667
河源	汕头	115.3285714



河源	济南	828
河源	深圳	101.9253846
河源	重庆	902.75
济南	上海	421.9485294
济南	丽水	666.08
济南	乌鲁木齐	1713.96
济南	佳木斯	982.1
济南	北京	189.5238017
济南	南京	283.82
济南	南宁	1130.066667
济南	南昌	624.3733333
济南	合肥	273.4371429
济南	哈尔滨	540.132
济南	嘉兴	458.16
济南	天津	152.0875
济南	宁波	525.596
济南	广州	981.87
济南	成都	938.86
济南	杭州	427.386
济南	济南	19.06
济南	深圳	997.74
济南	温州	629.0171429
济南	石家庄	142.1941176
济南	福州	699.4875
济南	绍兴	421.36
济南	衢州	525.32
济南	重庆	914.94
深圳	上海	748.1242857
深圳	乌鲁木齐	2146.36
深圳	佛山	64.17
深圳	北京	1100.911429
深圳	南京	816.96
深圳	南宁	306.728
深圳	南昌	519.11
深圳	合肥	649.52
深圳	天津	1088.36
深圳	广州	56.23975207
深圳	惠州	20.24
深圳	成都	1115.171429
深圳	杭州	665.16
深圳	梅州	188.4745455
深圳	武汉	538.66
深圳	汕头	146.188

深圳	汕尾	64.4
深圳	河源	89.7
深圳	济南	1015.45
深圳	深圳	10.396
深圳	湛江	256.91
深圳	潮州	138.3206061
深圳	珠海	100.28
深圳	石家庄	974.74
深圳	福州	336.9171429
深圳	肇庆	104.2666667
深圳	重庆	778.665
温州	上海	255.0656604
温州	北京	788.67
温州	南京	337.41
温州	南宁	866.18
温州	南昌	368.345
温州	合肥	479.642
温州	宁波	100.74
温州	广州	773.72
温州	成都	1073.946667
温州	杭州	183.6445455
温州	济南	588.11
温州	深圳	422.5235294
温州	温州	19.0716
温州	福州	137.5706667
湖州	上海	93.31428571
湖州	丽水	153.87
湖州	乌鲁木齐	1900.72
湖州	北京	565.7458824
湖州	南京	91.10875
湖州	南宁	860.936
湖州	南昌	264.5836364
湖州	合肥	209.5190476
湖州	天津	502.78
湖州	宁波	121.96
湖州	成都	853.4533333
湖州	杭州	42.58744186
湖州	济南	383.732
湖州	深圳	704.8733333
湖州	温州	240.31
湖州	石家庄	606.28
湖州	福州	363.975
湖州	绍兴	63.02

湖州	衢州	150.6171429
湖州	重庆	753.7866667
湖州	金华	93.15
湛江	上海	1023.592
湛江	佛山	201.0857143
湛江	北京	1255.984
湛江	南宁	189.3666667
湛江	哈尔滨	1826.2
湛江	广州	192.05
湛江	成都	787.8266667
湛江	武汉	670.0666667
湛江	汕头	399.28
湛江	深圳	270.365
湛江	湛江	22.90482759
湛江	珠海	252.08
湛江	肇庆	229.77
潮州	上海	601.565
潮州	南京	696.325
潮州	南昌	405.1066667
潮州	广州	189.7372222
潮州	杭州	533.14
潮州	梅州	56.77166667
潮州	汕头	13.8
潮州	深圳	142.7830108
潮州	湛江	385.94
潮州	潮州	18.86
潮州	珠海	240.58
潮州	福州	195.753
潮州	重庆	1009.7
珠海	上海	846.86
珠海	佛山	68.54
珠海	北京	1110.44
珠海	南宁	312.34
珠海	广州	50.35495327
珠海	成都	744.74
珠海	梅州	295.78
珠海	湛江	252.08
珠海	珠海	6.2744
石家庄	上海	617.8611765
石家庄	乌鲁木齐	1318.36
石家庄	佳木斯	851.46
石家庄	北京	126.9294898
石家庄	南宁	1021.9475

石家庄	南昌	687.125
石家庄	哈尔滨	678.6971429
石家庄	嘉兴	681.72
石家庄	天津	158.9044444
石家庄	广州	914.02
石家庄	成都	814.2511111
石家庄	杭州	616.2977778
石家庄	武汉	429.9466667
石家庄	济南	193.2511111
石家庄	深圳	975.9228571
石家庄	温州	826.16
石家庄	湛江	1129.99
石家庄	珠海	981.18
石家庄	石家庄	15.85230769
石家庄	重庆	843.3114286
福州	上海	392.4740909
福州	乌鲁木齐	1993.64
福州	北京	872.8290909
福州	南京	478.768
福州	南宁	832.6
福州	南昌	236.5752941
福州	合肥	384.33
福州	天津	783.38
福州	宁波	251.2436364
福州	广州	396.06
福州	成都	1036.993333
福州	杭州	323.69625
福州	济南	644.92
福州	深圳	318.32
福州	温州	138.92
福州	湖州	322.92
福州	福州	49.5895082
福州	重庆	909.1133333
绍兴	上海	101.8839474
绍兴	丽水	91.885
绍兴	北京	631.4266667
绍兴	南京	175.3366667
绍兴	南宁	869.055
绍兴	南昌	260.5690909
绍兴	合肥	295.4514286
绍兴	天津	559.82
绍兴	宁波	52.15064516
绍兴	广州	680.8

绍兴	成都	1073.377143
绍兴	杭州	34.04
绍兴	济南	514.5866667
绍兴	深圳	677.9888889
绍兴	温州	157.7690476
绍兴	湛江	906.66
绍兴	福州	308.9228571
绍兴	衢州	88.14307692
绍兴	重庆	875.61
绍兴	金华	70.68666667
肇庆	上海	868.94
肇庆	佛山	36.8
肇庆	北京	1105.38
肇庆	南宁	224.5427273
肇庆	哈尔滨	1667.5
肇庆	广州	44.43987952
肇庆	成都	656.5222222
肇庆	深圳	106.6871429
肇庆	湛江	176.64
肇庆	珠海	95.83333333
肇庆	肇庆	15.25441176
肇庆	茂名	115.92
肇庆	重庆	537.88375
茂名	上海	984.86
茂名	佛山	168.6666667
茂名	北京	1217.85
茂名	哈尔滨	1783.42
茂名	广州	154.1685106
茂名	成都	837.8133333
茂名	汕头	357.88
茂名	深圳	239.1233333
茂名	湛江	47.7825
茂名	珠海	210.68
茂名	肇庆	197.8
茂名	茂名	22.08
茂名	重庆	700.7333333
衢州	上海	192.210303
衢州	丽水	75.37428571
衢州	北京	697.6666667
衢州	南京	215.625
衢州	南宁	756.93
衢州	南昌	175.63375
衢州	合肥	368.598

衢州	嘉兴	158.24
衢州	宁波	215.3611765
衢州	广州	589.375
衢州	成都	939.2688889
衢州	杭州	122.5516667
衢州	济南	511.52
衢州	深圳	561.43
衢州	温州	144.3825
衢州	湛江	813.05
衢州	福州	211.6766667
衢州	衢州	10.67857143
衢州	重庆	792.2733333
重庆	上海	825.2635897
重庆	东莞	723.0433333
重庆	乌鲁木齐	1332.291429
重庆	佛山	585.7333333
重庆	北京	918.3764706
重庆	南京	658.605
重庆	南宁	554.0316667
重庆	南昌	561.7622222
重庆	哈尔滨	1623.8
重庆	天津	992.91
重庆	宁波	849.39
重庆	广州	607.5312
重庆	成都	157.6684255
重庆	杭州	744.3218182
重庆	汕头	956.524
重庆	济南	953.8866667
重庆	深圳	914.388
重庆	温州	882.5866667
重庆	湛江	657.8
重庆	福州	829.5716667
重庆	重庆	69.95201856
金华	上海	146.0713402
金华	丽水	52.14355556
金华	北京	703.915
金华	南京	196.328
金华	南宁	798.2210526
金华	南昌	208.06375
金华	合肥	322.6723077
金华	嘉兴	96.6
金华	宁波	145.13
金华	广州	649.0293333

金华	成都	990.495
金华	杭州	62.44755556
金华	济南	473.2825
金华	深圳	620.08
金华	温州	104.8566667
金华	湖州	103.5
金华	湛江	871.7
金华	福州	258.0906667
金华	衢州	54.66923077
金华	重庆	826.068
金华	金华	21.46666667
阳江	佛山	123.8933333
阳江	北京	1160.58
阳江	广州	105.6873469
阳江	成都	897
阳江	汕头	304.06
阳江	深圳	173.1133333
阳江	湛江	92.50487805
阳江	珠海	156.86
阳江	肇庆	155.02
阳江	茂名	55.936
阳江	阳江	11.5
韶关	上海	671.3125

韶关	东莞	144.9
韶关	乌鲁木齐	2014.11
韶关	北京	957.49
韶关	南京	827.655
韶关	南昌	354.844
韶关	合肥	550.62
韶关	哈尔滨	1418.18
韶关	天津	1028.1
韶关	宁波	632.5
韶关	广州	104.3410101
韶关	惠州	169.97
韶关	成都	900.45
韶关	杭州	645.84
韶关	武汉	387.32
韶关	汕头	326.37
韶关	济南	908.5
韶关	深圳	152.7618182
韶关	温州	672.06
韶关	珠海	157.78
韶关	石家庄	823.4
韶关	重庆	790.05
韶关	韶关	28.75

## 6. 拥有山类景点的城市

七台河
三亚
三门峡
上饶
东莞
中山
临汾
临沂
临沧
临高
丹东
丽水
丽江
乌兰察布
乌鲁木齐
乐东
乐山
九江
云浮
五指山
亳州
伊春
佛山
佳木斯
保定
保山
信阳
儋州
克孜勒苏柯尔克孜
克拉玛依
六安
六盘水
兰州
内江
凉山
包头
北海
十堰
南京
南充
南宁
南昌

南通
南阳
厦门
双鸭山
台州
合肥
吉安
吉林市
吐鲁番
吕梁
吴忠
呼伦贝尔
和田
咸宁
哈密
哈尔滨
唐山
商丘
商洛
喀什
四平
固原
塔城
大兴安岭
大同
大庆
大理
大连
天水
天门
太原
威海
娄底
孝感
宁德
宁波
安庆
安康
安阳
安顺
定西
宜宾
宜昌

宜春
宝鸡
宣城
宿州
宿迁
屯昌
山南
岳阳
崇左
巢湖
巴中
巴音郭楞
常州
常德
平顶山
广元
广安
广州
延安
延边
开封
张家口
张家界
张掖
徐州
德阳
忻州
怀化
怒江
惠州
成都
扬州
承德
抚州
抚顺
拉萨
攀枝花
文山
新乡
无锡
日喀则
日照
昆明

昌吉
昌江
昭通
晋城
普洱
景德镇
曲靖
朔州
朝阳
本溪
杭州
松原
林芝
枣庄
柳州
桂林
梅州
楚雄州
榆林
武汉
毕节
汉中
汕头
沈阳
沧州
河池
河源
泉州
泰安
泸州
洛阳
济南
济源
海口
淮北
淮南
清远
温州

渭南
湖州
湘西
湛江
滁州
滨州
潍坊
潮州
烟台
焦作
玉溪
珠海
甘孜
百色
益阳
眉山
石家庄
石河子
红河
自贡
茂名
莆田
萍乡
蚌埠
衡阳
襄阳
西双版纳
西安
许昌
贵港
资阳
赣州
赤峰
辽源
辽阳
达州
迪庆
通辽

遂宁
邢台
那曲
邵阳
郑州
郴州
鄂州
重庆
金华
钦州
铜仁
铜陵
锡林郭勒盟
长沙
长治
防城港
阳泉
阿克苏
阿勒泰
阿里
陇南
陵水
随州
雅安
青岛
鞍山
韶关
马鞍山
驻马店
鸡西
鹤壁
鹤岗
黄山
黄石
黔东南
黔南
齐齐哈尔
龙岩

