

# 铁路最优路线问题

## 摘要

本文解决的是铁路最优路线问题，选择一条最优的出行线路对于一名旅客是很有必要的，在一定程度上可以节约花费、缩短旅程，让旅客出行不因为乘车问题而犯愁，对此，需要对火车乘坐进行深入分析。

问题一建立的是多目标规划模型，首先对已知数据进行分析处理，找出经过各个站点的车次，这一过程通过 *MATLAB* 编程实现，然后确定最优路线，在此过程中，分别确定了最少换乘次数，乘车最短时间，总票价费用最少，换乘距离最少，换乘间隔时间最少为目标函数，然后分别对路径条数，换乘时间间隔，换乘次数进行约束，最后得出的最优换乘路线如下：

表 1:

起点	车次（列）	转乘站	车次（列）	终点	用时（分）	花费（元）
丹东	<i>K28</i>	北京	<i>G555/G558</i>	宜昌	1534	758
天津	<i>C2058</i>	北京	<i>T27</i>	拉萨	2845	426
白城	2082/2084	铁岭	<i>K1056/K1053</i>	青岛	1922	306

问题二建立的是最优路线模型，从宜昌出发外出旅游经过南京、上海、苏州、杭州、无锡最后回到宜昌，旅游过程中，相较与问题一，目标函数不需考虑乘车间隔，由于是旅游所以选择的车次应该是直达的，通过 *MATLAB* 编程，筛选出了最优路线是从宜昌出发，经过南京、无锡、苏州、上海、杭州最后回到宜昌，

表 2:

	宜昌	南京	无锡	苏州	上海	杭州	宜昌
票价/元	0	158	25	8	8	148	168
时间/分	0	774	118	46	117	90	1159
车次/列	<i>K698</i>	<i>K698</i>	<i>K698</i>	<i>K698</i>	<i>G7361</i>	<i>K529</i>	<i>K529</i>

关键词：多目标规划，熵权法，

# 1 问题重述

## 1.1 问题背景

近些年来，交通行业高速发展，其中铁路运输更是成了连接世界每一个角落的纽带，起着不可替代的作用，现阶段铁路运输具有的运输量大，速度快，种类多，经济成本较低等优点，因此，人们对铁路运输的亲密程度也越来越高，很多人出门旅行、运输货物等都选择了铁路，由此看来，拥有一条最优路径显得尤为重要，路途中要考虑乘车便捷，换乘次数越少越好，路途长短，费用多少，时间长短等因素，这些方面都是旅客决定选择交通工具主要原因，

## 1.2 相关信息

铁路既是社会经济发展的重要载体之一，同时又为社会经济发展创造了前提条件。近几年来，在全社会客运量稳步上升的同时，长期以来铁路承运了大量旅客。相对于其他的运输方式铁路具有时间准确性高、运输能力大、运行比较平稳、安全性高等优点。同时火车也成为了旅途的首选交通运输工具。

虽然目前铁路网络已经比较发达，但是仍然有很多地方之间并没有直接到达的铁路。并且在节假日期间，一些热门路线的火车票总是一票难求。在这种情况下，需要考虑换乘，即先从乘车站到换乘站，再从换乘站到目的站。

## 1.3 需要解决的问题

1) 给出任意两个站点之间的最优铁路路线问题的一般数学模型和算法。若两个站点之间有直达列车，需要考虑直达列车票已售罄情况下最优的换乘方案。根据附录数据，利用你们的模型和算法求出一下起点到终点的最优路线：丹东→宜昌、天津→拉萨、白城→青岛。

2) 假设你打算从宜昌出发乘火车到上海、南京、杭州、苏州、无锡旅游最后回到宜昌，请建立相关数学模型，给出整个行程的最优路线。

# 2 模型假设

**假设一：**旅客出行过程中换乘次数均小于等于 2 次。

**假设二：**在同一城市的同一车站进行换乘的距离为 0。

**假设三：**同一城市中，同站点换乘的时间间隔不低于 20min；鉴于实际中同城市的不同站大多分布在郊区的南北或东西，则不同站点换乘时间间隔不低于 3h。

**假设四：**为了方便计算，整个乘车过程中都是选择硬座。

### 3 符号说明

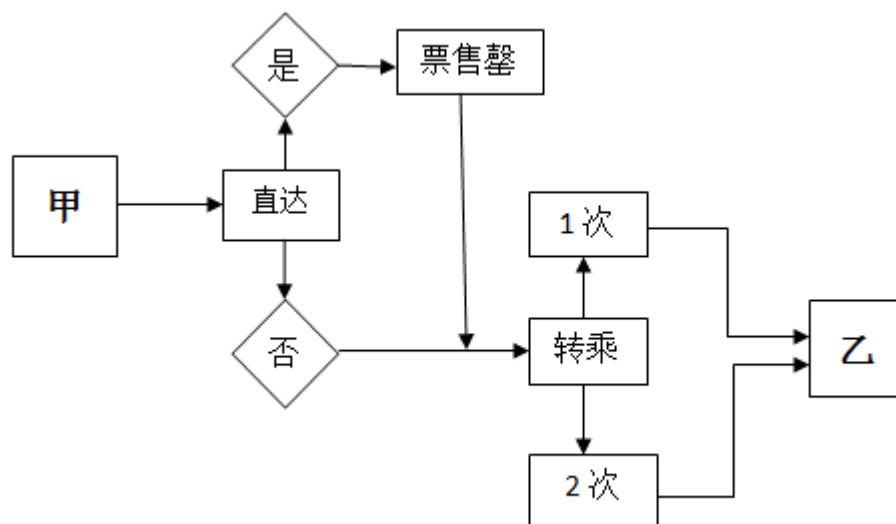
符号	符号说明
$Q$	有向图
$V$	网络节点，表示站台集合
$R$	有向弧，表示列车集合
$V_{s_i}$	列车 $l_i$ 经过的站点集合
$T_{s_i}$	列车 $l_i$ 经过站点的时间集合
$t_{s_i}^1(r)$	$l_i$ 次列车到达 $s$ 站的时刻
$t_{s_i}^2(r)$	$l_i$ 次列车从 $s$ 站的发车时刻
$C_{l_i}$	$l_i$ 次列车的类型
$P$	列车票价集合
$p_{ij}(s_i)$	乘坐 $l_i$ 次列车从 $i$ 到 $j$ 的票价
$V^t$	换车站点对集合
$D$	换乘站间间距的集合
$U_j$	第 $j$ 条可行路径的综合目标评价值

### 4 问题分析

现阶段，铁路网络已经比较发达，四通八达的轨道跃过了每一座城市，但是仍然有很多地方之间并没有直接到达的列车，需要换乘，或者再换乘，在特殊时期，如节假日、学生寒暑假期间，一些路线的火车票总是一票难求，在这些情况下，相对合理的选择一条出行路线显得格外重要，不但可以节约花费，还可以整个旅途愉快度过，旅途中，旅程长短、坐车时间、转乘次数、舒适程度，票价等等很多方面考虑，这些因素都是旅途不可避免的，

## 4.1 问题一

需要给出任意两个站点的最优路线模型，题目中说：若两个站点之间有直达列车，则需要考虑直达列车票已售罄，也就是说，任意两个站点间的有直达车次，即使有直达车也要将其看作车票已经卖完，需转乘，需用转乘的思路来解决直达，只需考虑转乘次数即可，现阶段转乘次数一般在 2 次及 2 次以下，思考过程如下流程图：



在得出任意两个站点间的最有路线时，还分别需分别要找出丹东→宜昌、天津→拉萨、白城→青岛这三队车站间的最优路线，同样的思路，只需要考虑转乘而不需要考虑直达，相对于直达，这里所走的路线不同，从而引起旅程不同，根据乘客个人的需要，可能所选车次不同，转乘次数，花费，整个过程所用的时间也可能有很大差距，由此看来这是一个多目标线性规划，需要建立多目标线性规划来对其进行求解。

## 4.2 问题二

问题是：打算从宜昌出发乘火车到上海、南京、杭州、苏州、无锡最后再回到宜昌，在这一过程中需要找出最优的行程路线，外出旅游和一般普通出行有区别，旅游乘车不需要考虑换乘时间间隔，只需考虑路途、票价，乘车次数等，找出一条合理的乘车路线，据题目所给数据来看，初步确定从宜昌出发先后经过南京、无锡、苏州、上海、杭州，最后回到宜昌这条路线比较合理，把所走的路线确定，乘车次数也相继确定，旅程是定量，换乘五次即可回到宜昌，只需进一步考虑乘车花费，车次等因素即可，问题变得简单

# 5 问题一的解答

## 5.1 模型建立

本题建立的是多目标规划模型，依据附表所给数据，把客运站作为网络节点，

两站间通过的列车为有向弧，构建乘车网络。  
设有向图为：

$$Q=(V,S)$$

其中：

$S=\{s_i|i=1,2,\dots,N\}$  为列车集合；

$V=\{V_{s_i}|s_i\in S,i=1,2,\dots,N\}$  为列车经过的站点的集合，

$V_{l_i}=\{v_{l_i}^1,\dots,v_{l_i}^m\}$  为列车  $s_i$  经过的站点集合；

换乘站点对集合：

$$V^t=\left\{\left(v_{s_k}^i,v_{s_m}^j\right)\middle|v_{s_k}^i,v_{s_m}^j\in V\right\}$$

即列车  $s_k,s_m$  可在  $v_{s_k}^i,v_{s_m}^j$  两站换乘，

列车经过站点的时间集合：

$$T_{s_i}=\left\{t_{s_i}^1(k),t_{s_i}^2(k)\middle|k\in V_{k_i}\right\}$$

其中：

$t_{s_i}^1(k)$  为列车到达  $s$  站的时刻，

$t_{s_i}^2(k)$  为列车从  $k$  站的发车时刻，

票价的集合表示为：

$$P=\left\{p_{ij}(s_i)\middle|i,j\in V_{s_i};s_i\in S\right\}$$

$p_{ij}(s_i)$  表示乘坐  $l_i$  次列车从  $i$  站到  $j$  站的票价；

换乘站间的距离集合为：

$$D=\left\{d\left(v_{s_k}^i,v_{s_m}^j\right)\middle|\left(v_{s_k}^i,v_{s_m}^j\right)\in V^t\right\}$$

联系实际问题，铁路旅客乘车在路径选择上的主要影响因素为：换乘次数、总乘车时间、总票价费用、换乘距离、换乘间隔时间损失、希望得到各个因素的最小值，当各量均取最小值时也就相当于求得最优解，各量分析具体步骤如以下所示：

#### (1) 换乘次数(即所换列车的次数)

一般情况下，大多数旅客为了减少麻烦，更倾向于选择换乘次数较少的路径，设最大换乘次数  $N_{\max}$ ，根据假设一，则有：

$$0\leq N_{\max}\leq 2$$

#### (2) 乘车时间

乘坐  $s_i$  次列车从  $i$  站到  $j$  站的乘车时间为：

$$t_{ij}(s_i)=t_{s_i}^1(j)-t_{s_i}^2(i)$$

### (3) 票价

假设四中假设整个旅途中票价均以坐票来计算，即有乘坐  $s_i$  次列车从  $i$  站到  $j$  站的票价费用表示为：

$$p_{ij}(s_i)$$

### (4) 换乘距离

一般情况，铁路换乘有两种：一种是在同一城市的同一车站进行换乘，另一种是在同一城市的不同车站进行换乘。鸽子距离表示如下所示：  
同一城市换乘距离为：

$$d(v_{s_k}^i, v_{s_m}^j)$$

根据假设二可知，同一车站换乘距离为 0，  
即表达式为：

$$d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) = 0$$

### (5) 换乘间隔时间

乘坐  $s_r$  次列车从  $i$  站到  $j$  站换乘  $s_m$  次列车间隔的时间是：

$$t_{ij}(s_r, s_m) = t_{s_m}^2 - t_{s_r}^1$$

根据假设三：同一城市中，同站点换乘的时间间隔不低于 20min；不同站点换乘时间间隔不低于 3h(即 180min)。则有：

$$\begin{cases} t_{ij}(s_r, s_m) \geq 20 \text{ min}, d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) = 0 \\ t_{ij}(s_r, s_m) \geq 180 \text{ min}, d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) \neq 0 \end{cases}$$

综上：

设  $a, b$  为旅客旅行的始发站和终到站； $x_{ij}^{s_i}$  表示从  $i$  站到  $j$  站是否乘坐  $s_i$  次列车， $x_{ij}^{s_i} \in \{0,1\}$  其中， $x_{ij}^{s_i} = 1$  表示是， $x_{ij}^{s_i} = 0$  表示否。则  $a$  至  $b$  的乘客乘车的多目标优化模型如下：

目标函数：

$$\begin{cases} \min y_1 = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{s_i \in S} x_{ij}^{s_i} - 1 \\ \min y_2 = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{s_i \in S} x_{ij}^{s_i} \cdot [t_{s_i}^1(j) - t_{s_i}^2(i)] \\ \min y_3 = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{s_i \in S} x_{ij}^{s_i} \cdot p_{ij}(s_i) \\ \min y_4 = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{m \in V} \sum_{s_r, s_m \in S} x_{ij}^{s_r} \cdot x_{jm}^{s_m} \cdot d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) \\ \min y_5 = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{m \in V} \sum_{s_r, s_m \in S} x_{ij}^{s_r} \cdot x_{jm}^{s_m} \cdot t_{ij}(s_r, s_m) \end{cases}$$

约束条件：

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i \in V} \sum_{l_i \in S} x_{ai}^{s_i} = 1 \\ \sum_{j \in V} \sum_{s_j \in S} x_{jb}^{s_j} = 1 \\ \sum_{i \in V} \sum_{s_i \in S} x_{im}^{s_i} - \sum_{i \in V} \sum_{l_i \in S} x_{mj}^{s_i} = 0; m \neq a, b; m \in V \\ t_{ij}(s_r, s_m) \geq 20 \min, d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) = 0 \\ t_{ij}(s_r, s_m) \geq 180 \min, d(v_{s_r}^i, v_{s_m}^j) \neq 0 \\ x_{ij}^{s_i} \in \{0, 1\} \\ \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{s \in S} x_{ij}^{s_i} - 1 \leq N_{\max} \end{cases}$$

目标函数从上到下各式分别表示换乘次数最少，总乘车时间最少，总票价费用最少，换乘距离最少，换乘间隔时间损失最少；约束条件中，(1)–(3)式保证了从  $a$  至  $b$  为一条路径，(4)–(5)式是对换乘间隔时间的约束，(6)式是 0-1 变量约束，(7)式是换乘次数不超过最大限制的约束。

## 5.2 模型求解

问题要求给出任意两个站点之间的最优铁路路线问题的一般数学模型和算法，然后运用所建立的模型求解丹东道宜昌、天津到拉萨、白城到青岛的最优路径，求解此模型分三步走，分别是找车次，找换乘，找最优具体如下：

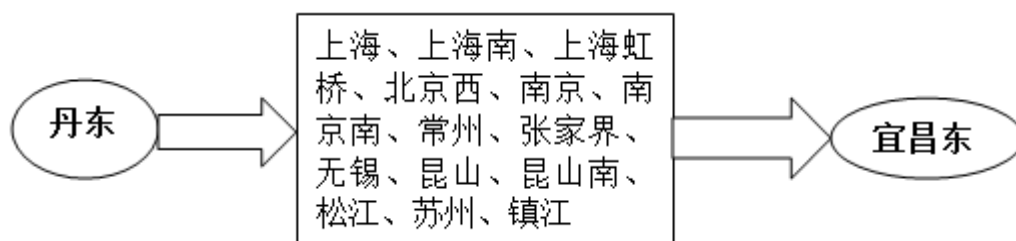
### (1) 找车次

这里找的是经过起点和终点的车次，这一过程通过 *MATLAB* 编程实现，车次数量居多，具体见附录，

### (2) 找换乘

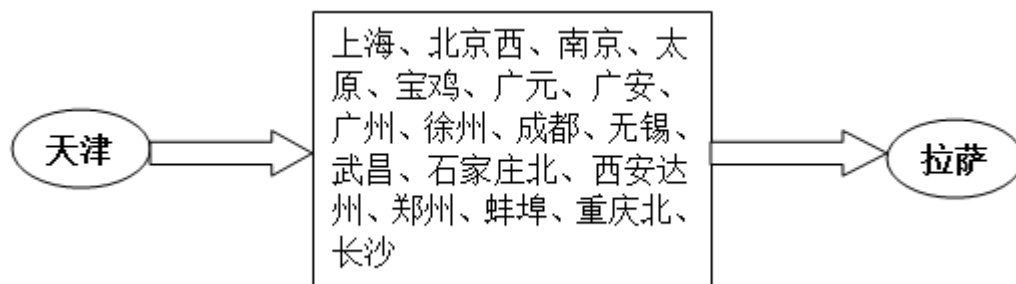
找换乘就是从起点出发，经过转乘到达终点站，在这一换乘过程中的车站叫的换乘车站，其中丹东到宜昌、天津到拉萨、白城到青岛这三次旅途中的换乘站具体如下所示：

丹东到宜昌中间可换乘的车站：

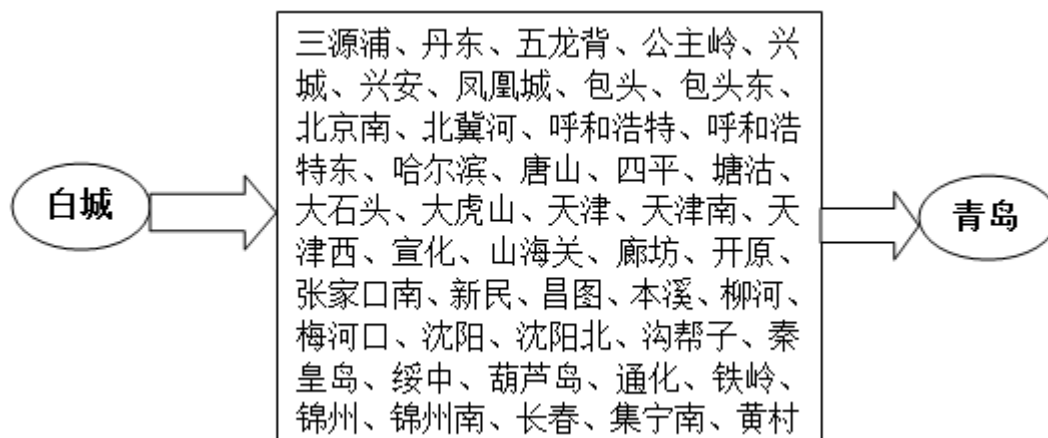


从丹东出发，可以有 16 次转乘机会到达宜昌，其中选最优即可，  
从天津出发到拉萨

先找出经过天津和拉萨这两火车站的列车，然后确定这两站间火车的同性方式找到的中转站如下：



从白城出发去青岛，途中可以换乘的车站如下



### 5.3 结果分析

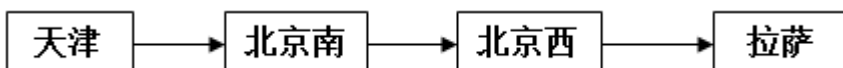
通过 *MATLAB* 编程求出了宜昌到丹东，天津到拉萨，摆成到青岛的最优路线，具体结果如下表所示：

丹东到宜昌最优路线：



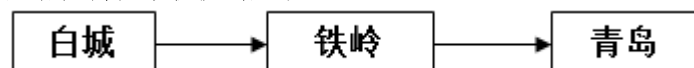
丹东到北京乘坐 *K28* 次列车，北京到北京西属于同一城市不需乘坐火车，北京西到宜昌可乘坐两趟车火车分别是 *G558* 和 *G555*，这一过程所需时间为 1534 分钟，所需费用为 758 元。

天津到拉萨最优路线：



天津到北京南乘坐 *C2058* 次列车，北京南到北京西属于同一城市不需乘坐火车，从北京西转乘到拉萨可乘坐 *T27* 次列车，这一过程所需时间为 2845 分钟，所需费用为 426 元。

白城到青岛最优路线：



白城到铁岭可乘坐两趟列车，分别是 2082 次和 2084 次，然后从铁岭转乘 *K1056* 或者 *K1053* 就可以到达青岛，这一过程所需时间为 1922 分钟，所需费用为 306 元。

从上述三条最优路线可以看出，在旅途中可以按照自己旅途需要选择不同的车次，选择普通快车费用会少一些，但所需时间会很长，当选择的是快车，高铁



等速度较快的车，旅途时间会变短，但是价格较高，但是，在很多地方所乘的车类型是单一的，

## 6 问题二的解答

### 6.1 模型建立

将宜昌、上海、南京、杭州、苏州、无锡这六个地点分别看作是有向图中的一个节点  $v_i$ ，各个景点之间的路线看作是途中对应节点的边  $s_i$ ，各个景点之间路径的最小综合评价值看作是对应边上权  $w(i, j)$ ，所给这六个地点之间的路线图就转化为加权的有向回路图  $Q(V, S)$ 。则原问题就转化为在给定的加权网络图中，从定点出发遍历所有顶点一次再回到定点，使得总权值最小的最佳哈密尔顿回路 Hamilton 的问题。

#### (1) 最佳旅游线路的图论模型的建立

设引入 0-1 变量  $z_{ij}$ ，其表示游客是否从地点  $i$  到地点  $j$ ，其中：

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{游客从地点 } i \text{ 到地点 } j \\ 0, & \text{游客不从地点 } i \text{ 到地点 } j \end{cases}$$

以有向回路中权值最小为目标函数；以路线为约束条件，从起始点出发经过各个顶点仅一次后再回到起始点的有向回路建立相应模型，如下：

$$\begin{aligned} \min f &= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 w_{ij} \cdot z_{ij} \\ s.t. &\begin{cases} \sum_{i=1}^6 z_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, 6 \\ \sum_{j=1}^6 z_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, 6 \\ z_{ij} \cdot z_{ji} = 0 \\ z_{ij} \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, 6 \end{cases} \end{aligned}$$

通过模型的各量表述，根据模型所求得的最小权重值所对应的有向回路线，用其表示为所求的最佳旅游线路方案，步骤如下：

#### (2) 最佳旅游线路的图论模型近似算法<sup>[3]</sup>

构建完备图  $Q^*$ ：

第一步：首先通过 Floyd 算法求出图中任意两点之间的最短路，构建完备图  $G^*$ ，每条边的权  $w(i, j)$  为点  $i$  到点  $j$  在  $Q(V, S)$  中的权值。

第二步：通过第一步中化的任意两点间的最短距离找出任意一个初始连接各节点的  $H$  圈，即：

$$C_0 = v_1 v_2 \cdots v_n v_1$$

第三步：用二边逐次修正法筛选出最佳  $H$  圈  
针对所选的  $H$  圈，对所有的  $i$  和  $j$  都有：

$$1 < i+1 < j < n$$

若：

$$w(v_i, v_j) + w(v_{i+1}, v_{j+1}) < w(v_i, v_{i+1}) + w(v_j, v_{j+1})$$

则在  $C_0$  中删去：

$$(v_i, v_{i+1}) \text{ 和 } (v_j, v_{j+1})$$

而在  $C_0$  中加入：

$$(v_i, v_j) \text{ 和 } (v_{i+1}, v_{j+1})$$

形成新的圈即：

$$C_0 = v_1 v_2 \cdots v_i v_j \cdots v_{i+1} v_{j+1} \cdots v_n v_1$$

不断重复上述步骤直到条件不满足为止，最后得到的即为最佳  $H$  圈。

6.2 模型求解

	宜昌	南京	无锡	苏州	上海	杭州	宜昌
票价/元	0	158	25	8	8	148	168
时间/分	0	774	118	46	117	90	1159
车次/列	K698	K698	K698	K698	G7361	K529	K529

6.3 结果分析

对模型二进行了求解，后得出最优路径是从宜昌出发，经过南京、无锡、苏州，上海、杭州、最后回到宜昌，这是一条旅游路线，因此不需要考虑换乘时间间隔，在运用 *MATLAB* 编程找出最优路径时，得出相应的票价，各段旅行时间，所乘车次如

7 模型评估

优点：

- 1. 本文是多目标规划模型的典型代表，和单目标规划模型相比较，多目标规划模型更全面，实用性更强，虽然多目标规划在大多数情况求不出最优解，但是可以求出有效解，或者弱有效解，在一定程度上无限接近最优解。
- 2. 现阶段出行，整个旅程的最优路线不仅仅是路程最短，还需要考虑费用多少，路途用时长短，换乘次数等，而此模型很好的将旅途出行贡菜过程中会遇到的问题都进行了深入融合，从全局考虑，选择最优路线时可根据个人需要而定，找不到最有路线，但能找到有效路线。

缺点:

1. 模型在计算花费过程中考虑的不够全面,首先是已知票价种类有些存在差异,比如 2031 次和 2040 次列车没有硬卧票出售,所以只能选择一类比较全面的票价进行计算,忽略了其他类票价不同而带来的普遍性。

2. 当换乘时,假设最多转乘两次,而现在有的两个地方还需三次以上的换乘才能到达,例如从海南省东方市去新疆省喀什市,这趟旅程至少需要换乘三次火车,这种多次换乘特殊情况被忽略,减少了计算量,但是模型不够详细全面。

## 8 改进与推广

改进:

本文解题是在对票价,换乘次数还有换乘间隔做了一定假设后再来进行计算的,有了这几个假设条件的限制,模型在一程度上有所简化,需要考虑的因素更少,考虑的都是平时一般情况下遇到的问题,没有特殊性,在代表性方面也不是太强,例如:我们对票价进行了假设,假设所有列车的票都是硬座,单一的只考虑了一种票价,而在现实乘车过程中,会有很多种票价,考虑一种票价具有局限性,改进模型把它改进到可以算更多中票价的情况,又如:在换乘过程中,换乘时间间隔是一个不可忽略的因素,换乘间隔太长,需要等待乘车的时间就越长,换乘间隔太短,怕赶不上坐车,因此在确定换乘间隔时间时需要更精细,最好是能把每次间隔时间确定下来,在改进后模型会更精确,结果更接近最优解。

推广:

本文运用多目标函数解决了乘客出行时可能遇到的多条件问题,在建模时为了是模型容易求解,我们假设换乘次数在了两次及两次以内,也就是只考虑了换乘一次和换乘两次的情况,其实可以把此模型推广到换乘三次及三次以上可能发生的特殊情况进行进一步讨论,有换乘,换乘过程中一系列的因素就得考虑,首要问题是转乘时间间隔,时间间隔长短得视情况而定,现实中会发生很多突发情况,转乘过程中的用费也是一个不可忽略的要素,一般转乘是同站转乘,但是有的时候也会出现不同站转乘,特别是跨夜转乘,这一过程中得增加很大消费,本模型中都是初略进行估计假设,没有做到精确,因而对此模型进行进一步推广,进一步深入讨论会使模型更具代表性,可操作性,使用其应用范围变得更广。

## 9 参考文献

[1] 宋来忠、王志明, 数学建模与实验, 科学出版社, 2005.

[2] 唐启义, *DPS* 数据处理系统, 科学出版社, 2010.

[3] [http://kreader.cnki.net/Kreader/CatalogViewPage.aspx?dbCode=CPFD&filename=QHIS20080003008&tablename=CPFD2008&compose=&first=1&uid=WEEvREcwSlJHSldSdnQ1ZmYxaHAxRHZSZFJadldoTWp0K1h4UVJZWmZiTDFUdXkxeVB0eStIcFVsN2pDaTdmWU1BPT0=\\$9A4hf\\_YAuvQ5obgVAqNKPCYcEjKensW4IQMovwHtwkF4VYPoHbKxJw](http://kreader.cnki.net/Kreader/CatalogViewPage.aspx?dbCode=CPFD&filename=QHIS20080003008&tablename=CPFD2008&compose=&first=1&uid=WEEvREcwSlJHSldSdnQ1ZmYxaHAxRHZSZFJadldoTWp0K1h4UVJZWmZiTDFUdXkxeVB0eStIcFVsN2pDaTdmWU1BPT0=$9A4hf_YAuvQ5obgVAqNKPCYcEjKensW4IQMovwHtwkF4VYPoHbKxJw)

## 附录

问题一的程序

```
clc;
clear;
[num, txt, raw1]=xlsread(' data1.xls');%终点站所经过的车次
[num, txt, raw2]=xlsread(' data2.xls');%初始站所经过的车次
a=raw1;
b=raw2;
n1=length(a);
n2=length(b);
c_c=[];
for i=1:n1
    for j=1:n2
        if strcmp(a(i,4),b(j,4),2);%两站之间所共有的城市站点，同市内的
            不同车站可以考虑
                cc=(a(i,4));
                c_c=[c_c;cc];
                c=unique(c_c);%最终的两站之间公共换乘点
            end
        end
    end
end

n3=length(c);

d4=[];d3=[];
for j=1:n3
    c1=strcmp(c(j,1),raw1(:,4),2);%通过中转站反过来求终点站数据中含
    有该站的车次
    c2=strcmp(c(j,1),raw2(:,4),2);%通过中转站反过来求初始站数据中含
    有该站的车次

    d1=[];d2=[];
    for i=1:n1
        if (c1(i,1)==1)
            d1=[d1;i a(i,:)];
        end
    end
    for i=1:n2
        if c2(i,1)==1
            d2=[d2;i b(i,:)];
        end
    end
end
```

```

d3=[d3;d1];%终点站与中转站可乘坐的所有车次
d4=[d4;d2];%初始站与中转站可乘坐的所有车次

end
k=[];
d5=length(d4);
for i=1:n2;
    for j=1:d5;
        %对上述的数据 d4 进行筛选，去掉出发后到达中转的时间晚于当天内从中
        转站出发的时间的列车
        if
            (strcmp(b(i,1),d4(j,2)))&((strcmp(b(i,4),'start'))&(cell2mat(b(i,3))<
            cell2mat(d4(j,4))))
            A=d4(j,:);
            k=[k;A];
        end
    end
end
k1=[];
d6=length(d3);
%对上述的数据 d3 进行筛选，去掉到达后终点站后列车发车的时间晚于当天内
该车经过终点站的时间
for i=1:n1;
    for j=1:d6;
        if
            (strcmp(a(i,1),d3(j,2)))&((strcmp(a(i,4),'end'))&(cell2mat(a(i,3))>ce
            ll2mat(d3(j,4))))
            A1=d3(j,:);
            k1=[k1;A1];
        end
    end
end
end

nq=length(k(:,1));
nq1=length(k1(:,1));
eq=[];eq1=[];
for i=1:nq;
    for j=1:nq1;
        if strcmp(k(i,5),k1(j,5),2)
            Q=k(i,:);
            Q1=k1(j,:);
            eq=[eq;Q];%筛选后始发站到中转站车次信息
            eq1=[eq1;Q1];%筛选后中转站到终点站车次信息
        end
    end
end

```

```

        end
    end
    %时间计算
    n9=length(eq);
    P=[];
    for i=1:n9
        y1 =eq(i,8);
        y2 =eq1(i,8);
        t1=datevec(y1);
        t2=datevec(y2);
        t1=datenum(t1);
        t2=datenum(t2);
        if t2>t1
            t = t2-t1;
            t = datevec(t);
            t = t(4:end);
            p = t(1)*60+t(2);
        elseif t1==t2
            p = 0;
            pp = -1;
        else
            t=t2-t1;
            t=datevec(t);
            t=t(4:end);
            p = t(1)*60+t(2)-24*60;
        end
        P=[P;p];
        p;
    end

    PL=[];
    for i=1:n9;
        if P(i,1)>0
            pp1=P(i,1);
            PL=[PL;[i,pp1]];
        end
    end
    end
    kc1=[];gc1=[];
    for i=1:length(PL)
        kc=eq(PL(i,1),:);
        kc1=[kc1;kc];
        gc=eq1(PL(i,1),:);
        gc1=[gc1;gc];
    end
end

```

```

kc_1=[];gc_1=[];
%到达中转站后筛选换乘间隔时间大于 3 小时的
for i=1:length(kc1)
    if Time_judge(kc1(i, 7), gc1(i, 8))>=180
        KC1=kc1(i, :);GC1=gc1(i, :);
        kc_1=[kc_1;KC1];
        gc_1=[gc_1;GC1];
    end
end
%求解出站时间与终点站时间
Lg=length(kc_1(:, 1));
M_1=[];
for i=1:Lg
    for j=1:n1
        if (strcmp(gc_1(i, 2), raw1(j, 1)) & (strcmp(raw1(j, 4), 'end'))))
            m_1=raw1(j, [5, 7, 8:12]);
            M_1=[M_1;m_1];
        end
    end
end
N_1=[];
for i=1:Lg
    for j=1:n2
        if (strcmp(kc_1(i, 2), raw2(j, 1)) & strcmp(raw2(j, 4), 'start'))
            n_1=raw2(j, [5, 7, 8:12]);
            N_1=[N_1;n_1];
        end
    end
end
%找出列车座位中最低价
for i=1:Lg
    zui(i, 1)=min(cell2mat(M_1(i, 4:7)));
    zui2(i, 1)=min(cell2mat(N_1(i, 4:7)));
end
Ti=[];
%换乘一次的各路线的总时间
for i=1:length(kc_1)

AA=Time_judge(N_1(i, 2), kc_1(i, 7))+(cell2mat(kc_1(i, 6))-cell2mat(N_1(i, 1)))*24*60+ ...

Time_judge(gc_1(i, 8), M_1(i, 2))+(cell2mat(M_1(i, 1))-cell2mat(gc_1(i, 6)))*24*60+ ...
    Time_judge(kc_1(i, 7), gc_1(i, 8));

```

```

    Ti=[Ti;AA];
end
%换乘一次的各路线的票价
Mo1=[];Mo2=[];
for i=1:length(kc_1)
    if zui2(i,1)==0
        mo1=cell2mat(kc_1(i,10));
    elseif zui2(i,1)>0
        mo1=cell2mat(kc_1(i,10))-zui2(i,1)+ ...
            (cell2mat(kc_1(i,9))-cell2mat(N_1(i,3)))*0.05861
    end
    Mo1=[Mo1;mo1];
end
for i=1:length(kc_1)
    if cell2mat(gc_1(i,10))==0
        mo2=zui(i,1);
    else mo2=zui(i,1)-cell2mat(gc_1(i,10))+ ...
        (cell2mat(M_1(i,3))-cell2mat(gc_1(i,9)))*0.05861;
    end
    Mo2=[Mo2;mo2];
end
money=Mo1+Mo2;
MONEY=money(:,1)./money(1,1)
TIME=Ti(:,1)./Ti(1,1)
MT=[MONEY TIME];
xlswrite('julisjijian.xls',MT);
for i=1:length(Ti)
    juzhen(i,1)=Ti(i,1)*0.4422+money(i,1)*0.5578;
end
[Y,Y_1]=min(juzhen);
gc_1(Y_1,:)
kc_1(Y_1,:)
money(Y_1,1)
Ti(Y_1,1)

```