

铁路最优路线问题

摘要

本文研究的是铁路路线的最佳选择问题，建立了以始发站点和终点站之间的里程最短、行驶时间最短以及路费最少为目标函数的多目标优化模型。

针对问题一，铁路旅客乘车方案选择问题需考虑不同旅客出行路径选择的影响因素，为了提高计算效率，首先对铁路客运网络进行适当的简化，在分析影响旅客出行路径选择主要因素的基础上，以总乘车时间最小、总票价费用最少、换乘次数最少、换乘距离最短换乘间隔损失最小为目标函数，建立铁路旅客乘车方案优化模型，并利用旅客列车时刻表设计出可行路径的快速搜索算法，根据可行路径集合，利用信息熵法确定个目标的权重，计算个可行路径的路径的综合目标值，从而得到较为满意的出行方案。最后得到丹东到宜昌可选择的中转站为：南京、镇江、常州、无锡、苏州、上海五个站点；天津到拉萨可选择的中转站为：西安、宝鸡、徐州、郑州、太原、北京西、上海、等20个城市。白城到青岛可选择的中转站为天津、唐山、北戴河、秦皇岛、山海关、葫芦岛、锦州、沟帮子、新民、沈阳北、等38个城市。

丹东	南京	宜昌	换乘1次	33小时29分钟	540元
天津	西安	拉萨	换乘1次	50小时43分钟	301元
白城	长春	青岛	换乘一次	28小时58分钟	222元

针对问题二，因为要求规划最佳旅游路线，结合生活中的实际体会，优先考虑旅游成本的问题，确定以火车票价格为第一优先原则，建立价格最优的单目标优化模型。分别找出从宜昌到上海、上海到南京、南京到杭州、杭州到苏州、苏州到无锡，无锡到宜昌的最低价格路线。

关键词 多目标优化模型 信息熵法 第一优先原则 单目标优化模型

一、问题重述

1.1 问题背景

铁路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。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。

1.2 相关数据

附件中包含列车的以下信息：列车车次、列车类型（普快，空调快速，动车…）、站序、车站、日期（当天，第2天，第3天）、到达时间、离开时间、里程、硬座/一等座票价、硬卧/二等座票价、软座/特等座票价以及软卧票价，详见附件一。

1.3 需解决的问题

问题一：建立能解决任意两个站点之间的最优铁路路线问题的数学模型，若两个站点之间有直达列车，需要考虑直达列车已售罄情况下最优的换乘方案。并利用所建立的模型和算法求出从丹东到宜昌、从天津到拉萨和从白城到青岛的最优路线。

问题二：建立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的最优路线模型。

二、问题分析

为了方便模型建立和算法计算，首先从实际交通网络中抽象出一个标准形式的交通网络图，然后基于此图建立最佳路线选择模型。

2.1 对问题一的分析

为了求出起始站点和目的站点之间的最佳路径，将各个站点抽象为节点，将火车线路抽象为链接线路各站点的有向边，构建火车行驶网络有向图，用边上的权值反映行驶时间和票价等信息，从而将求解最佳路径问题转化为求解图中起始节点与目的节点间的最短路径问题，建立基于点搜索的多目标优化模型。

考虑到乘客的乘车心理，因此选取换乘方案时分别从以下几个方面进行考虑：①尽量选择换乘次数最少的路线；②尽量选择花费时间最少的路线；③尽量选择路程最短的路线；④尽量选择费用最低的路线。

首先基于换乘次数最少这一条件对出行方案进行筛选，在出发站点到目的站点有直达的列车尽量乘坐直达，建立模型一：求出所有经过出发站点和目的站点的车次，筛选出适合的列车乘坐。若无直达则考虑在转车一次的情况，在出发站点与目的站点之间有一个中转站的情况下，建立模型二：先求出经过出发站点 c 的所有车次经过站点的集合 C 和经过目的站点 m 的所有车次经过站点的集合 M ，再求出集合 C 和集合 M 的交集 Z ，其中 Z 中的元素即为所有可行的中转站。

2.2 对问题二的分析

为了求出宜昌-上海-南京-杭州-苏州-无锡-宜昌的最佳旅游路线，在模型一的基础上，分别对每一段求出最佳路线即可。除此之外，还需考虑到达旅游地点的时间、在旅游途中的舒适度以及离开上一个地点到达另一个地点的时间安排等问题。为得出最佳旅游方案，因此建立多目标优化模型，得到最佳选择车次和时间安排。

三、符号说明与假设

3.1 符号说明

符号	说明
A	火车站点和火车路线之间的关联矩阵
B	火车站点和火车站点之间的关联矩阵
T_k	第 k 条路线对应的各个停车站点之间的耗时矩阵
$p_k(i, j)$	序号为 k 的列车从站 i 到站 j 所用的票价
o	旅客旅行的始发站
d	旅客旅行的终点站

3.2 模型假设

- 假设一：假设火车准时出发到达，且不考虑突发事件干扰行程；
假设二：假设同一地区的火车站间可以通过其他交通方式通行；

四、问题一的求解

4.1 问题化简和数据处理

模型算法的基本思路是，首先利用铁路网络拓补关系找出所有直达、换乘一次的路线，再从中求解通过时间最少，所用费用最低的最优路线。为了使问题简化，将铁路车次和途径站点数据进行矩阵分类处理，得到三个相关矩阵。

- ① 设火车站点和火车路线之间的关联矩阵 A ，大小为 2867×4683 ，从这个矩阵中可以查询任意一个站点和任意一条路线的关联性。即：

$$A(i, j) = \begin{cases} 1, \text{第} i \text{行所对应的站点经过第} j \text{列所对应的路线} \\ 0, \text{第} i \text{行所对应的站点经过第} j \text{列所对应的路线} \end{cases}$$

- ② 设火车站点和火车站点之间的关联矩阵 B ，大小为 2867×2867 ，从这个矩阵中可以查询任意一个站点和其他站点是否有直达关系。即：

$$B(i, j) = \begin{cases} 1, \text{第} i \text{行所对应的站点能够直接到达第} j \text{列所对应的站点} \\ 0, \text{第} i \text{行所对应的站点不能够直接到达第} j \text{列所对应的站点} \end{cases}$$

- ③ 设第 k 条路线对应的各个停车站点之间的耗时矩阵 T_k ，其中 $t_k(i, j)$ 为该路线站点 i 到站点 j 所需时间。即：

$$T_k(i, j) = \begin{cases} 0, \text{当} i = j \text{时} \\ t_k(i, j), \text{当} i \neq j \text{时} \end{cases}$$

其中 $k = 1, 2, \dots, 4683$ ， i, j 的最大值为该条线路所对应的站点数。

4.2 换乘路径选择影响因素

旅客出行路径选择的主要影响因素包括乘车时间、换车次数、换乘距离、换乘等候时间及舒适度等。

4.2.1 乘车时间

铁路旅客乘车时间除了与所选路线、始发终到站里程有关，还与所选列车种类（如动车、高铁等）有关，用 $t_k(i, j)$ 表示乘序号为 k_m 的列车从站 i 到站 j 所用的乘车时间：

$$t_k(i, j) = t_k(j) - t_k(i)$$

4.2.2 票价费用

铁路票价因列车等级、席座的不同而各异，列车等级可分为：动车组、直达列车、特快列车、快速列车及普快列车等。在研究过程中，票价选用各种累的最低票价^[1]（如普通列车就选用硬座票价）进行估算,那么乘坐序号为 k_m 的列车从站 i 到站 j 所用的票价为 $p_k(i, j)$ 。

4.2.3 换乘间隔时间

换乘时间为从 k_1 号列车换乘到 k_2 号列车的时间，即 k_2 号列车出发时刻与 k_1 号列车到达时刻之间的时间差若差值小于紧接续标准 T_0 (一般取 $T_0 = 20\text{min}$)^[2]，则时差应加一天，即 1440 分钟。那么乘坐 k_1 号列车换乘到 k_2 号列车所需的换乘间隔时间 $t_{k_1 k_2}(i, j)$ 为：

$$t_{k_m k_n}(i, j) = \begin{cases} t_{k_n}^{(0)} - t_{k_m}^{(1)} \\ t_{k_n}^{(0)} - t_{k_m}^{(1)} + 1440 \end{cases}$$

其中 $t_{k_m}^{(0)}$ 为列车 i 到达中转站的时间， $t_{k_m}^{(1)}$ 为列车 i 离开中转站的时间。

如果换乘时间间隔较长，则旅客需要等待较长时间进行换乘，特别是跨天的还需要吃饭、住宿，换乘成本较大；如果换乘时间较短，则由于列车运行时间的随机性，可能会错过换乘列车，造成车票浪费，一般会选择环城车间在 3~5 小时之间的列车。

4.3 换乘模型的构建

设 $x_{ij}^{k_m}$ 表示从 i 站到 j 站是否乘坐了 k_m 次列车，

$$x_{ij}^{k_m} = \begin{cases} 1, \text{乘} k_m \text{次列车从} i \text{站到} j \text{站} \\ 0, \text{乘} k_m \text{次列车不能从} i \text{站到} j \text{站} \end{cases}$$

o, d 分别为旅客旅行的始发站、终到站，则换乘次数受限时 o 至 d 的多目标乘车方案模型为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \min z_1 = \sum_i \sum_j \sum_{k_m} [t_{k_n}^{(0)} - t_{k_m}^{(1)}] x_{ij}^{k_m} \quad (1) \\ \min z_2 = \sum_i \sum_j \sum_{k_m} p_k(i, j) x_{ij}^{k_m} \quad (2) \\ \min z_3 = \sum_i \sum_j \sum_{k_m} x_{ij}^{k_m} - 1 \quad (3) \\ \min z_4 = \sum_i \sum_j \sum_{k_m} x_{ij}^{k_m} x_{jq}^{k_m} d(v_1, v_2) \quad (4) \\ \min z_5 = \sum_i \sum_j \sum_{k_m} x_{ij}^{k_m} x_{jq}^{k_m} r(t_{ij}(k_m, k_n)) \quad (5) \end{array} \right.$$

模型目标函数式（1）-式（5）分别为总乘车时间最少、总票价费用最少、换乘次数最少、换乘距离最短、换乘间隔时间损失最少。

$$s.t. \left\{ \begin{array}{l} \sum_j \sum_{k_m} x_{oj}^{k_m} = 1 \quad (6) \\ \sum_i \sum_{k_m} x_{iq}^{k_m} - \sum_j \sum_{k_m} x_{qj}^{k_m} = 0 \quad (7) \\ \sum_i \sum_{k_m} x_{id}^{k_m} = 1 \quad (8) \\ x_{ij}^{k_m} \in \{0, 1\} \quad (9) \end{array} \right.$$

式（6）、（7）、（8）保证从始发站 o 到终到站 d 为一条路径，式（9）是 0-1 变量约束。

4.4 模型的求解

多目标优化问题的目标函数通常彼此之间都是互相矛盾的。因此，采用传统最短路算法无法直接求的一条多目标最优路径。为了求解方便，可将模型求解分为两个阶段：第一阶段进行可行路径集合的求解；第二阶段利用信息熵法确定个目标的权重，并对各条可行路径进行综合目标值计算，并找出较优路径方案。

4.4.1 可行路径的搜索

首先利用 0-1 模型求出从始发站点到终点的所有可行方案，利用 MATLAB 求解得出一下结果：

（1）丹东—宜昌

从丹东到宜昌不能直达，则其中可作为中间站点的城市有：南京、镇江、常州、无锡、苏州、上海共五个城市。如下表所示：

表一：丹东到宜昌的可行方案

方案	车次及时间		里程	硬座/ 一等 座	硬卧/ 二等 座	软卧	总时间
以南京为中转站							
1	K190/187	K696/697	208 9	236	399	629	41 小时 48 分钟
	8:02-11:56(次日)	12:20-2:14 (次日)	872	118	196	312	
2	K190/187	D3006/3007	208 9	236	399	629	33 小时 29 分钟
	8:02-11:56(次日)	16:07-21:42	810	304	252		
3	K190/187	D3072/3007	208 9	236	399	629	33 小时 49 分钟
	8:02-11:56(次日)	9:02-14:57	810	304	252		
4	K190/187	K1512/1513	208 9	236	399	629	43 小时 7 分钟
	8:02-11:56(次日)	15:58-7:11(次日)	106 8	142	226	360	
以镇江为中转站							
5	K190/187	K696/697	215 3	240	408	640	42 小时 35 分钟
	8:02-12:45(次日)	12:22-2:14 (次日)	936	126	204	326	
6	K190/187	D3006/3007	215 3	240	408	640	34 小时 54 分钟
	8:02-12:45(次日)	15:35-21:42	936	332	276		
7	K190/187	D3072/3007	215 3	240	408	640	35 小时 10 分钟
	8:02-12:45(次日)	8:30-14:57	936	332	276		
8	K190/187	K1512/1513	215 3	240	408	640	36 小时 30 分钟
	8:02-12:45(次日)	14:58-7:11(次日)	936	152	236	374	
以常州为中转站							
9	K190/187	K696/697	222 5	243	414	654	44 小时 18 分钟
	8:02-13:32(次日)	11:26-2:14 (次日)	100 8	140	218	344	

10	K190/187	D3006/3007	222 5	243	414	654	36 小时 3 分钟
	8:02-13:32(次日)	15:09-21:42	956	360	298		
11	K190/187	D3072/3007	222 5	243	414	654	36 小时 35 分钟
	8:02-13:32(次日)	7:52-14:57	956	360	298		
12	K190/187	K1512/1513	222 5	243	414	654	46 小时 33 分钟
	8:02-13:32(次日)	14:08-7:11 (次日)	124 4	161	245	390	
以无锡为中转站							
13	K190/187	K696/697	226 4	243	414	654	45 小时 20 分钟
	8:02-14:03(次日)	10:55-2:14 (次日)	104 7	144	222	352	
14	K190/187	D3006/3007	226 4	243	414	654	36 小时 34 分钟
	8:02-14:03(次日)	14:51-21:42	995	374	310		
15	K190/187	D3072/3007	226 4	243	414	654	37 小时 23 分钟
	8:02-14:03(次日)	7:35-14:57	995	374	310		
16	K190/187	K1512/1513	226 4	243	414	654	47 小时 35 分钟
	8:02-14:03(次日)	13:37-7:11 (次日)	124 3	120	300	472	
以苏州为中转站							
17	K190/187	K696/697	230 6	251	426	673	46 小时 24 分钟
	8:02-14:35(次日)	10:23-2:14 (次日)	108 9	150	228	362	
18	K190/187	D3006/3007	230 6	251	426	673	387 小时 21 分钟
	8:02-14:35(次日)	13:54-21:42	103 7	390	322		
19	K190/187	D3072/3007	230 6	251	426	673	36 小时 48 分钟
	8:02-14:35(次日)	6:42-14:57	103 7	390	322		
以上海为中转站							

20	K190/187	K696/697	2390	254	434	688	49 小时 32 分钟
	8:02-15:38(次日)	9:18-2:14(次日)	1173	164	288	452	
21	K190/187	D3006/3007	2390	254	434	688	40 小时 24 分钟
	8:02-15:38(次日)	13:54-21:42	1121	420	348		
22	K190/187	D3072/3007	2390	254	434	688	40 小时 51 分钟
	8:02-15:38(次日)	6:42-14:57	1121	420	348		

(2) 天津—拉萨

从天津到拉萨的途中若以西安为中转站，其换乘方案如下表所示：

表二：以西安为中转站的换乘方案

出发站	车次	中转站	车次	到达站	总里程	总时间
天津	K128/K125	西安	T264/T265	拉萨	4174	51 小时 9 分钟
天津	K128/K125	西安	T22/T223	拉萨	4174	52 小时 15 分钟
天津	K128/K125	西安	T164/T165	拉萨	4174	51 小时 56 分钟
天津	K388/K385	西安	T164/T165	拉萨	4174	51 小时 30 分钟
天津	K388/K385	西安	T222/T223	拉萨	4174	51 小时 49 分钟
天津	K388/K385	西安	T264/T265	拉萨	4174	50 小时 43 分钟
天津	K548/K545	西安	T264/T265	拉萨	4253	51 小时 25 分钟
天津	K548/K545	西安	T222/T223	拉萨	4253	52 小时 31 分钟
天津	K548/K545	西安	T164/T165	拉萨	4253	52 小时 12 分钟
天津	K213	西安	T164/T165	拉萨	4285	52 小时 38 分钟
天津	K213	西安	T222/T223	拉萨	4285	51 小时 57 分钟
天津	K213	西安	T264/T265	拉萨	4285	50 小时 51 分钟

(3) 白城—青岛

从白城到青岛若以长春和秦皇岛中转站，则其换乘方案若下表所示：

表三：以长城和秦皇岛为中转站的换乘方案

出发站	车次	中转站	车次	终点站	总里程	总时间
白城	K7302	长春	G1266/G1267	青岛	2013	29 小时 25 分
白城	2262	秦皇岛	G1266/G1267	青岛	1797	28 小时 58 分

天津-拉萨和白城-青岛的其他中转站路线详见附录

五、问题二的解答

问题二要求设计出从宜昌到上海、南京、杭州、苏州、无锡最后再返回宜昌的旅游路线，利用问题一建立的模型，我们可以找出以下几种方案

宜昌-上海	上海-南京	南京-杭州	杭州-苏州	苏州-无锡	无锡-宜昌
K698/k695	1462	K8457	K526	K526	D3006/D3007
1:01-19:00	12:28-16:18	2:34-10:20	2:01-05:43	05:46-06:15	14:51-21:49
132 元	301 元	70 元	41.5 元	11 元	148 元

六、模型的评价

6.1 模型的优点

利用多目标规划综合考虑了乘车时间、票价费用和换乘间隔等多种因素对换乘方式的影响，能为多种类型的旅客提供最佳方案，在考虑某些直达票售罄的情况下，有多重换乘方案可供选择。

6.2 模型的缺点

使用多目标决策，在各个备选方案上各目标间存在某种矛盾，即如果采用一种方案去改进某一目标的值，很可能回事另一目标的值变坏。在计算各个目标的权重时，无法准确的模拟旅客的心理，只能按照各因素大致所占的比例来计算。

其中，在列车从起点出发到中转站和从中转站出发到达终点站的匹配法实质是一种枚举法，使得计算过程较为复杂。

七、参考文献

- [1] 火车票价格计算方法, <http://wenku.baidu.com/view/d6d6d36ca98271fe910ef9e4.html>,
[2] 崔炳谋, 马钧培, 陈光伟, 王明才, 铁路旅客旅行换乘方案优选算法, 中国铁道科学, 第 28 卷, 第 6 期, 2007 年 11 月。

附录

```
clear
clear all
[a1,b1,c1]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','A2:A49370');%车次
[a2,b2,c2]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','B2:B49370');%列车类型
[a3,b3,c3]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','C2:C49370');%站序
[a4,b4,c4]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','D2:D49370');%车站
c5=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','E2:E49370');%日期
[a6,b6,c6]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','F2:F49370');%到达时间
[a7,b7,c7]=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','G2:G49370');%离开时间
c8=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','H2:H49370');%里程
c9=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','I2:I49370');%硬座一等座
c10=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','J2:J49370');%硬卧二等座
c11=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','K2:K49370');%软座
c12=xlsread('C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\附件.xls','sheet1','L2:L49370');%软卧
[C1,i,j]=unique(c1,'stable'); %C1 为车次 (4683)
[C2,i,j]=unique(c2,'stable'); %C4 为车型
[C4,i,j]=unique(c4,'stable'); %C4 为站点 (2867)
test1=zeros(4683,1);
test2=zeros(2867,1);
for i=1:49369
    test1(i,1) = find(strcmp(C1,b1{i}));
    test2(i,1) = find(strcmp(C4,b4{i}));
end
test3=[test1,test2];

c3 = cell2mat(c3);
weizhi = find(c3 == 1);
weizhi(1) = [];
weizhi = weizhi -1;
zhandian = c3(weizhi);
```

```

zhandian=[zhandian;4]; %得到列车车次站点数矩阵

A=zeros(2867,2867);
for i=1:49369
    for j=1:49369
        if test3(i,1)==test3(j,1)
            A(test3(i,2),test3(j,2))=1; %得到站点与站点的关联矩阵 A
        end
    end
end

for i=1:49369
    B(test3(i,1),test3(i,2))=1; %得到站点与路线的关联矩阵 B
end

index1=strfind(c6,':');
index2=strfind(c7,':');
[a,b]=str2double('index1');

%F=cell()
n = length(c6);
h = zeros(n,1);
m = zeros(n,1);
totalM = zeros(n,1);
for i=1:n
    temp = c6{i};
    index = strfind(temp,':');
    h(i) = temp(2:index(1)-1);
    m(i) = temp(index(1)+1,index(2)-1);
    totalM(i) = h(i)*60 + m(i);
end

[~,x1]=intersect(C4,'宜昌东'); %x1=173
[~,x2]=intersect(C4,'丹东'); %x2=636
E=find(A(173,:));
F=find(A(636,:));
zhongzhuan1=intersect(E,F); %得到宜昌东到丹东的中转站编号

[~,x3]=intersect(C4,'上海'); %x3=208
cc1=find(B(:,208));
cc2=find(B(:,173));
sy=intersect(cc1,cc2);

```

```
cc3=find(B(:,208));
cc4=find(B(:,636));
danshang=intersect(cc3,cc4);

[~,x4]=intersect(C4,'苏州'); %x4=209
cc5=find(B(:,209));
cc6=find(B(:,636));
dansu=intersect(cc5,cc6)

cc7=find(B(:,209));
cc8=find(B(:,173));
suyi=intersect(cc7,cc8)

[~,x5]=intersect(C4,'无锡'); %x5=210
cc9=find(B(:,210));
cc10=find(B(:,173));
wuyi=intersect(cc9,cc10)

cc11=find(B(:,210));
cc12=find(B(:,636));
danwu=intersect(cc11,cc12)

[~,x6]=intersect(C4,'常州'); %x6=211
cc13=find(B(:,211));
cc14=find(B(:,636));
danchang1=intersect(cc13,cc14)

cc15=find(B(:,211));
cc16=find(B(:,173));
danchang2=intersect(cc15,cc16)

[~,x7]=intersect(C4,'镇江'); %x7=212
cc17=find(B(:,212));
cc18=find(B(:,636));
danchang3=intersect(cc17,cc18)

cc19=find(B(:,212));
cc20=find(B(:,173));
danchang4=intersect(cc19,cc20)

[~,x8]=intersect(C4,'南京'); %x8=213
cc21=find(B(:,213));
cc22=find(B(:,636));
danchang5=intersect(cc21,cc22)
```

```

cc23=find(B(:,213));
cc24=find(B(:,173));
danchang6=intersect(cc23,cc24)

cc25=find(B(:,263));
cc26=find(B(:,636));
danchang7=intersect(cc25,cc26)

cc27=find(B(:,263));
cc28=find(B(:,173));
danchang8=intersect(cc27,cc28)

[~,y1]=intersect(C4,'天津'); %y1=29
[~,y2]=intersect(C4,'拉萨'); %y2=2826
La=find(A(29,:));
Ti=find(A(2826,:));
zhongzhuan2=intersect(La,Ti); %得到天津到拉萨的中转站编号
m=length(zhongzhuan2);
for i=1:m

    dd(i)=cell(find(B(:,zhongzhuan2(i)))));
end
end

```

熵值法确定权重
确定指标层权重

```

clear;
clc;
x=[99.3600      380952974700.0000      104.8900      1.6400
9.0500      8.2800      101452980.1100      1167334984012.1600
102.1300      228127.0000      5304940.0000      29817.0000

```

92.1100	466610267000.0000	111.6500	4.3300
5.4400	8.1600	75883744.8300	861424359113.9300
94.6000	1253922.0000	8087900.0000	85194.0000
109.1000	305694698312.7900	110.8800	2.6900
4.1700	8.4000	457459478.2500	1179235081612.4700
110.0600	468307.0000	677090.0000	63273.0000
109.1000	595020144866.6500	99.3000	2.0100
4.5700	4.3000	783157007.2100	5007646096891.2900
109.2600	1993306.0000	1930440.0000	65491.0000
98.2200	372654923215.5300	107.1300	1.4400
8.5100	23.8000	18848868.8700	704821878325.1800
101.1000	162951.0000	62990.0000	22051.0000
104.6500	365675537000.0000	111.7600	2.1400
5.0200	9.3900	27417364.3700	89952506168.7600
104.3300	87487.0000	670.0000	5195.0000
101.2900	366895501851.6100	101.8200	1.9400
8.5100	5.5800	11549288.9200	1258455637300.0000
103.9700	309613.0000	1539200.0000	9674.0000
100.8500	392520087435.9700	106.2700	0.7600
9.5300	8.6500	19599155.2300	48932431697.2000
101.4400	82859.0000	305990.0000	25023.0000
96.3600	347542443470.0800	99.6000	1.2600
9.6900	18.0100	22939492.6400	1297226915351.5100
99.0900	29917.0000	172930.0000	15043.0000
97.3700	100.0000	99.6400	4.6800
9.2600	158995068.0700	15077285740000.0000	98.4000
1688822.0000	3021080.0000	226205.0000	

```
];
```

```
y=[]
```

```
[m,n]=size(x);
```

```
for i=1:n
```

```
    y(:,i)=x(:,i)/sum([x(:,i)])    % 原始矩阵归一化
```

```
end
```

```
for l=1:n
```

```
    s(1,l)=0;
```

```
    for j=1:m
```

```
        p(1,l)=y(j,l)*log(y(j,l))
```

```
        s(1,l)=s(1,l)+p(1,l)
```

```
    end
```

```
end
```

```
k=(log(m))^(-1)
```

```
e=-k*s
```

```
h=ones(1,n)-e
```

```
w=h/sum(h)    % 指标权重值
```

```
sum(w)
```

```
% 计算综合评价
```

```
g=y*w'
```