

# 煤矿调运方案设计

## 摘要

在现实的生产中，各企业在面对各种商业问题而做决策的时候，总是试图追求利益最大化，也就是寻求最优的解决方案。

本文旨在为山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司（简称晋煤集团）设计最优的煤矿调运方案。在煤矿产区和调运点已定的情况下，本文构造运筹学中线性规划范畴内的运输问题来处理该调运方案，根据一系列数据进行分析、建模、求解等，使晋煤集团所承担的总运费最小。

**关键词：**煤矿；调运方案；运输问题；运费

## 一、背景知识

如今，效益问题在企业的发展中占据了极其重要的位置，而如何获得最理想最优的效益，这就取决于企业的管理水平。合理地运用科学知识可以使企业的管理更上一层楼。一种重要的科学手段就是采取运筹学的思维来融入到企业管理中。运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优策略提供定量依据。

在经济建设中，经常碰到大宗物资调运问题，如煤矿、钢铁、木材、粮食等，企业旗下可能有多个子公司需要由若干个生产基地来供应物资。企业需要解决的就是根据已有的交通网，制定合理的调运方案，使得各子公司能够获得一定量的物资，同时使总运费最小。

本文的研究对象——晋煤集团是由山西省国资委控股的有限责任公司，是我国优质无烟煤重要的生产基地、全国最大的煤化工企业集团和全国最大的煤层气抽采利用基地，现有50个控股子公司。对于晋煤集团，它需要有不同的煤矿产区来为一些子公司提供煤矿。本文就是旨在为晋煤集团设计最优的煤矿调运方案。

## 二、问题的提出

在研究煤矿产区向晋煤集团的子公司运输煤矿时，本文选取了位于山西省内的八个煤矿产区和晋煤集团旗下的四个子公司。八个煤矿产区分别是霍东矿区、阳泉矿区、寿阳矿区、和顺矿区、高平矿区、长治矿区、潞安矿区、襄垣矿区，晋煤集团的四个子公司分别是山西晋丰煤化工有限公司、山西金象煤化工有限公司、溪煤制油有限公司、晋煤石化投资集团有限公司。现在的问题是，通过对给晋煤集团的四个子公司供煤的八个矿区的年产煤量和各子公司的需求量的调查和分析，根据运筹学运输问题的知识，建立相关的数学模型，研究目标是总运费最小，寻找该模型的最优解，为晋煤集团提供最优的煤矿调运方案。

为了方便后续的分析计算，先为八个矿区和晋煤集团的四个子公司进行编号，分别见表1、表2。其中矿区的年产量和子公司的煤矿需求量也在表中分别给出。

表1 各矿区编号及年产量

矿区名称	编号	年产量（万吨）
霍东矿区	A1	50
阳泉矿区	A2	60
寿阳矿区	A3	80

和顺矿区	A4	70
高平矿区	A5	60
长治矿区	A6	80
潞安矿区	A7	50
襄垣矿区	A8	40

表 2 各子公司编号及煤矿需求量

子公司名称	编号	最低需求量（万吨）	最高需求量（万吨）
山西晋丰煤化工有限公司	B1	180	220
山西金象煤化工有限公司	B2	150	180
溪煤制油有限公司	B3	90	90
晋煤金石化投资集团有限公司	B4	50	不限

各矿区给各子公司供应煤矿的运输单价如表 3 所示。

表 3 各矿区给各子公司供应煤矿的运输单价表

单价（万元）\子公司 矿区	B1	B2	B3	B4	供应量（万吨）
A1	16	13	22	17	50
A2	14	13	19	15	60
A3	19	20	23	15	80
A4	11	10	18	13	70
A5	21	15	18	19	60
A6	16	22	14	22	80
A7	20	23	20	15	50
A8	15	11	16	19	40
最低需求量（万吨）	100	180	0	50	
最高需求量（万吨）	210	180	90	不限	

### 三、分析与建模

根据对于表 3 的分析，可以看出这个运输问题有两个特点：一是产销不平衡，也即各矿区的总供应量与各子公司的总需求量不相等；二是需求量可以变化，并不唯一，低限总需求量为  $100+180+0+50=330$ （万吨），高限总需求量为无限。所以，这里可以人为加入一个假象的矿区（编号为 A9），利用它来“满足”部分高限需求。

为了利用平衡的运输问题，首先应该为晋煤金石化投资集团有限公司（B4）的最高需求量“不限”提供一个确定值。因为这个“不限”意味着晋煤金石化投资集团有限公司希望得到的最高需求量，而实际上八个矿区能为晋煤金石化投资集团有限公司供应的煤矿量，只有在使晋煤集团的其他三个子公司（B1、B2、B3）的最低需求都满足时的余量，即  $(50+60+80+70+60+80+50+40) - (100+180+0) = 210$ （万吨）。

对于要考虑的各子公司的最低需求量必须是要满足的，所以这一部分需求量不能由假象的 A9 来供应。为了解决这个问题。可以将每个最低需求量与最高需求量不同的子公司再一分为二，B1 分解为 B1' 和 B1''，其中 B1' 表示需求量为 B1 的最低需求量（80 万吨）的子公司。为了保证假象的矿区 A9 不给 B1' 供应煤矿，可以设 A9 到 B1' 的运输单价为一个很大的



$$19x_{54} + 16x_{61} + 22x_{62} + 14x_{63} + 22x_{64} + 20x_{71} + 23x_{72} + 20x_{73} + 15x_{74} + 15x_{81} + 11x_{82} + 16x_{83} + 19x_{84}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 50 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 60 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 80 \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 70 \\ x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} = 60 \\ x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} = 80 \\ x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} = 50 \\ x_{81} + x_{82} + x_{83} + x_{84} = 40 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} + x_{81} \geq 100 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} + x_{81} \leq 210 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} + x_{82} = 180 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} + x_{83} \leq 90 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} + x_{84} \geq 50 \\ x_{ij} \geq 0 \quad (i=1,2,3,4,5,6,7,8; j=1,2,3,4) \end{array} \right.$$

下面利用 LINGO 软件对该数学模型进行求解，得到最优解，即晋煤集团的最优煤矿调运方案。

#### 四、求解

LINGO 程序如下：

```
min=16*x11+13*x12+22*x13+17*x14+14*x21+13*x22+19*x23+15*x24+
19*x31+20*x32+23*x33+15*x34+11*x41+10*x42+18*x43+13*x44+
21*x51+15*x52+18*x53+19*x54+16*x61++22*x62+14*x63+22*x64+
20*x71+23*x72+20*x73+15*x74+15*x81+11*x82+16*x83+19*x84;
x11+x12+x13+x14=50;
x21+x22+x23+x24=60;
x31+x32+x33+x34=80;
x41+x42+x43+x44=70;
x51+x52+x53+x54=60;
x61+x62+x63+x64=80;
x71+x72+x73+x74=50;
x81+x82+x83+x84=40;
x11+x21+x31+x41+x51+x61+x71+x81>100;
x11+x21+x31+x41+x51+x61+x71+x81<210;
x12+x22+x32+x42+x52+x62+x72+x82=180;
x13+x23+x33+x43+x53+x63+x73+x83<90;
x14+x24+x34+x44+x54+x64+x74+x84>50;
```

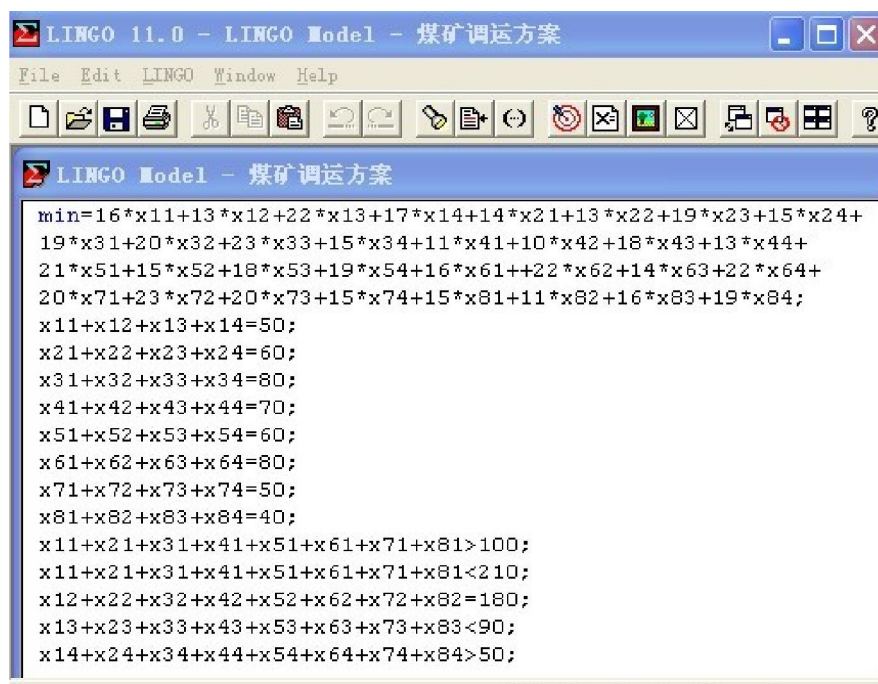


图 1、LINGO 程序

程序运行结果如下：



图 2、运行状态窗口

```

Global optimal solution found.
Objective value:                6640.000
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        15

```

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	2.000000
X12	50.000000	0.000000
X13	0.000000	10.000000
X14	0.000000	5.000000
X21	60.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	7.000000
X24	0.000000	3.000000
X31	0.000000	2.000000
X32	0.000000	4.000000
X33	0.000000	8.000000
X34	80.000000	0.000000
X41	40.000000	0.000000
X42	30.000000	0.000000
X43	0.000000	9.000000
X44	0.000000	4.000000
X51	0.000000	5.000000
X52	60.000000	0.000000
X53	0.000000	4.000000
X54	0.000000	5.000000
X61	0.000000	0.000000
X62	0.000000	7.000000
X63	80.000000	0.000000
X64	0.000000	8.000000
X71	0.000000	3.000000
X72	0.000000	7.000000
X73	0.000000	5.000000
X74	50.000000	0.000000
X81	0.000000	3.000000
X82	40.000000	0.000000
X83	0.000000	6.000000
X84	0.000000	9.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	6640.000	-1.000000
2	0.000000	-12.000000
3	0.000000	-12.000000
4	0.000000	-15.000000
5	0.000000	-9.000000
6	0.000000	-14.000000
7	0.000000	-14.000000
8	0.000000	-15.000000
9	0.000000	-10.000000
10	0.000000	-2.000000
11	110.0000	0.000000
12	0.000000	-1.000000
13	10.00000	0.000000
14	80.00000	0.000000

图 3、结果报告

由程序的运行结果可得，最优解为 $x_{11} = 50$ ,  $x_{21} = 60$ ,  $x_{34} = 80$ ,  $x_{41} = 40$ ,  $x_{42} = 30$ ,  $x_{52} = 60$ ,  $x_{63} = 80$ ,  $x_{74} = 50$ ,  $x_{82} = 40$ ，其余决策变量的值为零。此时的目标函数值  $z = 6640$ 。

所以，本文提出的晋煤集团的最优煤矿调运方案如表 5 所示。也就是，从霍东矿区到山西晋丰煤化工有限公司的运输量为 50 万吨，从阳泉矿区到山西晋丰煤化工有限公司为 60 万吨，从寿阳矿区到晋煤金石化投资集团有限公司的运输量为 80 万吨，从和顺矿区到山西晋丰煤化工有限公司的运输量为 40 万吨，从和顺矿区到山西金象煤化工有限公司的运输量为 30 万吨，从高平矿区到山西金象煤化工有限公司的运输量为 60 万吨，从长治矿区到溪煤制油有限公司的运输量为 80 万吨，从潞安矿区到晋煤金石化投资集团有限公司的运输量为 50 万吨，从襄垣矿区到山西金象煤化工有限公司的运输量为 40 万吨。此时，晋煤集团所承

担的总运费最少，为 6640 万元。

表 5、晋煤集团的最优煤矿调运方案

运输量（万吨）\子公司 矿区	B1	B2	B3	B4	供应量（万吨）
A1	50	0	0	0	50
A2	60	0	0	0	60
A3	0	0	0	80	80
A4	40	30	0	0	70
A5	0	60	0	0	60
A6	0	0	80	0	80
A7	0	0	0	50	50
A8	0	40	0	0	40
最低需求量（万吨）	100	180	0	50	
最高需求量（万吨）	210	180	90	不限	

五、结束语

本文解决了晋煤集团的煤矿调运问题，为企业设计了一个开销最小从而效益最大的运输方案。

当然，本文的研究也存在一些不足之处。由于本文出现的部分数据是根据实际情况进行选择或设计出来的，并不能完全准确地说明晋煤集团的煤矿调运情况。但是，本文的研究仍然存在合理性与一定的对于生产管理的指导意义。另外，晋煤集团的子公司远不止四个，而且矿区数量也更多，本文未能全部考虑在内，只是选取有代表性的几个。

此次研究，加深了我对运筹学的认知，也使我更加体会到运筹学在实际生产生活中的作用。同时，我也熟悉了 LINGO 软件的应用。

参考文献：

[1] 《运筹学》教材编写组. 运筹学[M]. 北京:清华大学出版社,2005.  
[2] 韩伯棠. 管理运筹学[M]. 北京:高等教育出版社,2010.  
[3] 陈汝栋,于延荣. 数学模型与数学建模[M]. 国防工业出版社,2009.