

战时飞行计划问题



学院：电信学院_____

班级：计算机 052 班_____

组员：高双虎 20055410_____

牛 鹏 20055416_____

侯 凯 20055431_____

教学班：教学 5 班_____

2008.6.1

目录

摘要	3
一·问题重述	4
二·问题分析	5
三·模型假设与约定	6
四·符号说明及名词定义	6
五·模型建立与求解	6
六·模型的验证	13
六·附录	14

摘要

本文针对一个典型的线性规划问题：被封锁战区给养空中运输的安排计划。旨在通过建立数学模型寻找出最优的飞行员培训、勤休计划和飞机购置、休整计划来使得甲方能够在四个月的被封锁期中在满足后勤给养的前提下花费能够最少。

本文首先通过分析总费用的具体构成建立了优化目标的计算方式，然后对整个过程中的变量、常量和各种量之间的关系进行分析，得出一系列的等式或者不等式作为约束条件。之后根据前面建立的优化目标和约束条件组成的数学模型编制了脚本语言，利用数学建模软件 Lingo 求出了各个变量的最优值，经过优化之后给出了最优的飞行方案。

关键词：**线性规划**，**优化目标**，**飞行计划**，**Lingo**

一. 问题重述

甲乙双方战争中，甲方被乙方包围⁴个月，水陆交通通道都被封锁，甲方只能通过空中通道进行后勤补给。需要运送⁴个月的供给，每月飞机依次需要²次，³次，³次，⁴次的飞行来运送物资，且每次飞行编队飞机数量都为⁵⁰架，每架飞机需要³名飞行员，可以运送¹⁰万吨物资。在飞行的安排中还需要主意如下问题：

①每架飞机每个月只能飞行¹次。

②在执行完任务返回途中，²⁰%的飞机会被击落，其对应的飞行员也将失踪或者牺牲。

③第一个月开始时，甲方总共有¹¹⁰架飞机和³³⁰名飞行员。

④在每个月开始时，甲可以招募和培训新飞行员，购买新飞机。新飞行员需要经过一个月的培训才能够执行驾机任务，且每位熟练的飞行员可以作为教练去培训和指导²⁰名新飞行员（包括自己在内）。新飞机也需要经过一个月的检测之后才能投入使用。

⑤每名飞行员在完成一个月的任务之后必须带薪休假¹个月。

下表给出解题过程中要用到的数据：

	第一个月	第二个月	第三个月	第四个月
新飞机价格	200.0	195.0	190.0	185.0
闲置的熟练飞行员报酬	7.0	6.9	6.8	6.7
熟练飞行员休假期间的报酬	5.0	4.9	4.8	4.7
执行任务的熟练飞行员报酬	9.0	8.9	8.8	8.7
教练和新飞行员的报酬（包括培训经费）	10.0	9.9	9.8	9.7

问题：

①请给甲方安排一个飞行计划。

②如果每名飞行员每个月可以指导不超过²⁰名飞行员（包括自己在内），模型和结果会有哪些改变？

二·问题分析

1· 题目①要求为甲方安排飞行计划，既是要求为其建立和选择投入费用最少的飞行安排方案。下面对此问题进行具体分析：

按照题目所给出的条件和依据，可以知道总的花费主要由 4 个月购买飞机的费用，4 个月执行飞行任务的飞行员的报酬，休假的熟练飞行员的报酬，教练和新飞行员的报酬和闲置飞行员的报酬组成。

而其中执行飞行任务的飞行员因为每个月需要的数量和报酬都是已知的，所以这些费用是固定不变的。因为在执行完这个月的任务的飞行员必须带薪休假一个月，而其报酬也已经规定，而且因为每个月执行任务之后除去已经牺牲的飞行员所剩下的飞行员数量也是一定的（因为每次执行完任务后返回途中失踪牺牲的飞行员比例是固定不变的），所以这部分费用也是固定不变的。

除去以上的两项花费，因为每个月的飞机价格是不同的，每个月购买飞机的数量的不同会直接影响购买飞机的总费用，所以其具有不确定性；同样的原因，因为每月教练和新飞行员，闲置飞行员的数量、报酬都不同，所以各月招收新飞行员的数量和闲置熟练飞行员的数量也具有不确定性。由此，在此 4 各月中甲方的花费笼统的说分为两个部分：固定花费和不固定花费。

综述，此问题的实质就是在保证运输任务完成的前提下在每个月购买新机的数量，培训新飞行员的数量和闲置飞行员的数量之间寻求一个最佳组合，使得不固定花费达到最少。由此可以明显的看出，这是一个典型的线性规划问题。

所以只要找出整个过程中各个量之间的相等关系和不等关系——作为约束条件——就可以通过编程或者是现成的软件产品寻求出一个最优的组合（最优解）。

2· 题目②中假设每名熟练飞行员每个月可以指导不超过 20 名飞行员（包括自己在内），问模型和结果会有哪些改变。相比于问题①可知，只改变了一个条件，即将每名熟

练飞行员所至大培训的新飞行员由原来固定的 19 名改为不固定的小于 19 名。问题的实质仍旧没有改变，还是典型的线性规划问题，可以预见只不过在符号化公式化后求解时通过问题①所建立的等式和不等式关系会有所改变，还需要增加新的约束条件。因此建模求解的过程与问题①大同小异，在此不再赘述。

三·模型假设与约定

1. 假设在度过 4 个月的被包围期之后，甲方的危机解除，不需要考虑之后月份的费用情况。
2. 假定失踪的飞行员后续时间无法返回甲方基地再次投入使用。
3. 假定所运送的物资价值固定（题目所给条件中未说明），因而因为运送的数量固定，其费用不计入总的费用之中。

四·符号说明及名词定义

对于问题①：

1. 4 个月每月新购买的飞机数量分别为： x_1, x_2, x_3, x_4 ；
2. 4 个月每月闲置飞机的数量分别为： y_1, y_2, y_3, y_4 ；
3. 不固定费用： Z ；
4. 4 个月每月空闲飞行员的数量分别为： v_1, v_2, v_3, v_4 ；
5. 4 个月每月教练与飞行员的总数量分别为： u_1, u_2, u_3, u_4 ；

对于问题②除去第 5 组符号变量之外其余仍旧适用，新增两组：

6. 4 个月每月作为教练的熟练飞行员人数分别是： u_1', u_2', u_3', u_4' ；
7. 4 个月每月招募和培训的新飞行员人数为： w_1, w_2, w_3, w_4 ；

五·模型建立与求解

（一）问题①：

1. 优化目标的建立

根据问题分析可以知道总的花费主要由 4 个月购买飞机的费用，4 个月执行飞行任务的飞行员的报酬，休假的熟练飞行员的报酬，教练和新飞行员的报酬和闲置飞行员的报酬组成。所以可以表示为：

$$\text{总费用} = \text{固定费用} + \text{不固定费用} (Z)$$

$$\text{固定费用} = \text{执行任务飞行员报酬总额} + \text{休假飞行员报酬}$$

$$Z = \text{购买新机总费用} + \text{空闲飞行员报酬总额} + \text{培训总费用}$$

因为此后解题过程的焦点放在不固定费用 Z 上，所以在将 Z 的表示细化：

$$Z = 200 \cdot x_1 + 195 \cdot x_2 + 190 \cdot x_3 + 185 \cdot x_4 \quad \text{----- 购买新机总费用}$$

$$+ 7 \cdot v_1 + 6.9 \cdot v_2 + 6.8 \cdot v_3 + 6.7 \cdot v_4 \quad \text{----- 空闲飞行员报酬总额}$$

$$+ 10 \cdot u_1 + 9.9 \cdot u_2 + 9.8 \cdot u_3 + 9.7 \cdot u_4 \quad \text{----- 培训总费用}$$

(a)

至此此线性规划问题的优化目标 Z 与问题中其它变量的关系已经建立，接下来便是根据题目所给的条件寻求更多的变量关系来寻找变量之间的约束关系，即找出约束条件。

2. 约束条件

只要做好了飞行员（飞行，休假，空闲，培训）和飞机购买的最优安排此问题就的到了解决，因此约束条件的寻找也跟寻这两条线索。

(1) 飞机

首先，因为每月执行飞行次数、飞机编队飞机数量和每次任务飞机的损失率都是固定的，所以可以得到下表的数据：

	第一个月	第二个月	第三个月	地四个月
每月执行任务的飞机数量	100	150	150	200
每月返回的飞机数量	80	120	120	160

其次，对于每月的飞机总数量也可以得出如下的等量关系：

月数	月飞机总数量等量关系
第一个月	$100 + y_1 = 110$ ----- (b)
第二个月	$150 + y_2 = y_1 + x_1 + 80$ ----- (c)
第三个月	$150 + y_3 = y_2 + x_2 + 120$ ----- (d)
第四个月	$200 + y_4 = y_3 + x_3 + 160$ ----- (e)

(2) 飞行员

首先，同样因为每月执行飞行次数、飞机编队飞行员数量和每次任务飞行员的损失率都是固定的，所以可以得到下表的数据：

	第一个月	第二个月	第三个月	第四个月
每月执行任务的飞行员数量	300	450	450	600
每月返回的飞行员数量	240	360	360	480

其次，对于每月的飞行员总数量也可以得出如下的等量关系：

月数	月飞行员总数量等量关系
第一个月	$300 + v_1 + 0.05u_1 = 330$ ----- (f)
第二个月	$450 + v_2 + 0.05u_2 = v_1 + u_1$ ----- (g)
第三个月	$450 + v_3 + 0.05u_3 = v_2 + u_2 + 240$ --- (h)
第四个月	$600 + v_4 + 0.05u_4 = v_3 + u_3 + 360$ --- (i)

截止到现在问题中所有的等量 and 不等关系已经齐集，下面就根据这些变量关系建立关于问题①的模型。

3. 模型的建立

(1) 关于飞行计划安排问题①的线性规划模型：

优化目标：

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \min Z = & 200 * x_1 + 195 * x_2 + 190 * x_3 + 185 * x_4 \\ & + 7 * v_1 + 6.9 * v_2 + 6.8 * v_3 + 6.7 * v_4 \\ & + 10 * u_1 + 9.9 * u_2 + 9.8 * u_3 + 9.7 * u_4 \end{aligned}$$

约束条件：

推导自	约束条件
式(b)	② $y_1=10$
式(c)	③ $y_1+x_1-y_2=70$
式(d)	④ $y_2+x_2-y_3=30$
式(e)	⑤ $y_3+x_3-y_4=80$
式(f)	⑥ $v_1+0.05u_1=30$
式(g)	⑦ $v_2+0.05u_2-v_1-u_1=450$
式(h)	⑧ $v_3+0.05u_3-v_2-u_2=210$
式(i)	⑨ $v_4+0.05u_4-v_3-u_3=204$
	⑩ $x_i, y_i, v_i, u_i \geq 0, i=1, 2, 3, 4$

(2)问题求解

根据上边所建立的模型编制脚本文件（包括在附录中，还包括程序运行过程代码）后在 Lingo 当中运行，得到了此模型的最优解。因为在程序输出的结果中所有的变量都是 7 位浮点数，而题目中人员和飞机的数量皆为整数，故而对结果进行取整，即进行修正。因为是以完成运输任务为前提的，采取“宁余勿缺”的原则，所以在飞机的购买数量和人员的培训数量数据修正时采取小数向上舍入的方式，而在处理闲置飞机数量和空闲熟练飞行员数量时采取向下舍入的方式。而 x 值则需要在其它变量修正之后带入式 (a) 重新求出。以下是程序输出值和修正值：

变量	程序输出值	修正值
z	42188.87	42427.00
x1	60.00000	60
x2	30.00000	30
x3	80.00000	80
x4	0.000000	0
v1	7.310526	7
v2	0.000000	0
v3	0.000000	0
v4	0.000000	0

u1	453.7895	460
u2	222.0000	240
u3	240.0000	240
u4	0.000000	0
y1	10.00000	10
y2	0.000000	0
y3	0.000000	0
y4	0.000000	0

到此只要求出总费用中的固定费用，加上已经求出的不固定费用就可以算出总的费用。再次重复前面的分析：固定费用由每月执行飞行任务的飞行员报酬总和和每月休假的飞行员的报酬总和组成。固定费用计算如下表：

	第一个月	第二个月	第三个月	第四个月	合计费用
熟练飞行员休假期间的报酬	5.0	4.9	4.8	4.7	2908.74
每月休假熟练飞行员的数量	0	240	360	360	
执行任务的熟练飞行员报酬	9.0	8.9	8.8	8.7	15885.00
每月执行任务飞行员的数量	300	450	450	600	
四个月费用合计	18793.74				

下表根据以上数据给出飞行方案：

	第一个月	第二个月	第三个月	第四个月
新购飞机数量(架)	60	30	80	0
闲置飞机数量(架)	10	0	0	0
招新飞行员数量(人)	447	228	228	0
空闲飞行员数量(人)	7	0	0	0
费用总计	$42427.00 + 18793.74 = 61220.74$			

(二)问题②：

1. 优化目标的建立

根据前面的分析，由于问题②仅仅将每个教练所训练的新飞行员的数量由固定的

19 人改为小于等于 19 人，所以培训费用的计算方式产生了变化，故而只需将关系式(a) 中的 u_i 拆分为 $(u_i' + w_i)$ 即可，优化目标变为：

$$\begin{aligned}
 Z = & 200 \cdot x_1 + 195 \cdot x_2 + 190 \cdot x_3 + 185 \cdot x_4 && \text{----- 购买新机总费用} \\
 & + 7 \cdot v_1 + 6.9 \cdot v_2 + 6.8 \cdot v_3 + 6.7 \cdot v_4 && \text{----- 空闲飞行员报酬总额} \\
 & + 10 \cdot (u_1' + w_1) + 9.9 \cdot (u_2' + w_2) \\
 & + 9.8 \cdot (u_3' + w_3) + 9.7 \cdot (u_4' + w_4) && \text{----- 培训总费用}
 \end{aligned}$$

(j)

2. 约束条件

(1) 飞机

条件的改变并未对飞机的安排造成影响，所以在问题②中等式(b)、(c)、(d)、(e) 仍旧适用。

(2) 飞行员

但是关于飞行员则需要重新建立等量关系：

月数	月飞行员总数量等量关系
第一个月	$300 + v_1 + u_1 = 330$ ----- (k)
第二个月	$450 + v_2 + u_2 = v_1 + u_1 + w_1$ ----- (l)
第三个月	$450 + v_3 + u_3 = v_2 + u_2 + w_2 + 240$ --- (m)
第四个月	$600 + v_4 + u_4 = v_3 + u_3 + w_3 + 360$ --- (n)

因为每个教练所训练的新飞行员小于等于 19，所以有可以得到如下不等式：

$$w_i \leq 19u_i \quad (i=1, 2, 3) \text{----- (o)}$$

3. 模型的建立

(1) 关于飞行计划安排问题②的线性规划模型：

优化目标：

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \quad \min Z = & 200.0 \cdot x_1 + 195.0 \cdot x_2 + 190.0 \cdot x_3 + 185.0 \cdot x_4 \\
 & + 7 \cdot v_1 + 6.9 \cdot v_2 + 6.8 \cdot v_3 + 6.7 \cdot v_4 \\
 & + 10.0 \cdot (u_1' + w_1) + 9.9 \cdot (u_2' + w_2)
 \end{aligned}$$

$$+9.8*(u_3'+w_3)+9.7*(u_4'+w_4)$$

约束条件：

推导自	约束条件
式(b)	② $y_1=10$
式(c)	③ $y_1+x_1-y_2=70$
式(d)	④ $y_2+x_2-y_3=30$
式(e)	⑤ $y_3+x_3-y_4=80$
式(k)	⑥' $v_1+u_1=30$
式(l)	⑦' $v_1+u_1+w_1-v_2-u_2=450$
式(m)	⑧' $v_2+u_2+w_2-v_3-u_3=210$
式(n)	⑨' $v_3+u_3+w_3-v_4-u_4=240$
	⑩' $x_i, y_i, v_i, u_i \geq 0, i=1, 2, 3, 4$
式(o)	$0 < w_i \leq 19u_i \quad (i=1, 2, 3)$

(2)问题求解

根据飞行计划安排问题②的线性规划模型编制代码（见附录）后在 Lingo 中运行后

得出最优解。下表中的数据同样给出修正值：

变量名	程序输出值	修正值
z	42188.87	42208.70
x1	60.00000	60
x2	30.00000	30
x3	80.00000	80
x4	0.000000	0
v1	7.310526	7
v2	0.000000	0
v3	0.000000	0
v4	0.000000	0
u1	22.68947	23
w1	431.1000	432
u2	11.10000	12
w2	210.9000	211
u3	12.00000	12

w3	228.0000	228
u4	0.000000	0
w4	0.000000	0
y1	10.00000	10
y2	0.000000	0
y3	0.000000	0
y4	0.000000	0

同样在加上固定的费用之后给出飞行安排方案：

	第一个月	第二个月	第三个月	第四个月
新购飞机数量(架)	60	30	80	0
闲置飞机数量(架)	10	0	0	0
招新飞行员数量(人)	431	211	228	0
空闲飞行员数量(人)	7	0	0	0
教练数量(人)	23	12	12	0
费用总计	$42208.7 + 18793.74 = 61002.44$			

与问题的结果进行比较之后发现，在改变了教练和信飞行员数量关系的条件之后飞机的安排方案并未发生变化，空闲飞行员的安排也未发生变化，只是因为对每个教练可以训练的新飞行员的数量不再固定，所以根据每月报酬不同的原因教练和信飞行员的数量发生了变化，最后对 Z 也产生了一定的影响。

六·模型的检验

1·按照主观分析，为了使得费用最小化那么必然要避免人员和飞机的空闲和闲置，与根据模型求得的解比较之后发现解达到了这个要求，出了第一个月因为飞机和飞行员数量固定的原因存在空闲和闲置问题之外，其它月二者的数量皆为零。

2·将求得的方案进行检验之后可以看到并未出现人员、飞机短缺或者是冗余的情况

因此根据以上两点就可以认定，我们所建立的数学模型是符合题目要求并且适用

的，通过它的确的出了最优的方案。

七·附录

1. 系统环境说明：

软件	版本
操作系统	GNU/Linux UBUNTU 7.10
桌面环境	Gnome 2.20
Lingo	Lingo-11-Linux-i386
Office	Open Office 2.3

2. 问题①附录

(1) 脚本代码：

```
!model1.txt
!根据问题①建立的线性模型编制的脚本
MODEL:
    MIN=z;
    z=200*x1+195*x2+190*x3+185*x4+7*v1+6.9*v2+6.8*v3+6.7*v4+10*u1+9.
9*u2+9.8*u3+9.7*u4;
    y1=10;
    y1+x1-y2=70;
    y2+x2-y3=30;
    y3+x3-y4=80;
    v1+0.05*u1=30;
    v1+u1-v2-0.05*u2=450;
    v2+u2-v3-0.05*u3=210;
    v3+u3-v4-0.05*u4=240;
    x1>=0;
    x2>=0;
    x3>=0;
    x4>=0;
    y1>=0;
    y2>=0;
    y3>=0;
    y4>=0;
    v1>=0;
    v2>=0;
    v3>=0;
    v4>=0;
    u1>=0;
```

```
u2>=0;
u3>=0;
u4>=0;
END
```

(2)程序运行过程代码 (灰色背景为手工输入代码) :

```
n@Nbuntu:~$ /opt/lingo11/bin/linux32/lingo11
LINGO/LNX32 11.0.0.15 (May 16 2008)

LINDO API 5.0.1.274 (May 9 2008 21:18:20)

Copyright (C) 2005-2008 LINDO Systems Inc. Licensed material,
all rights reserved. Copying except as authorized in license
agreement is prohibited.

License location: /opt/lingo11/license/lnlIng11.lic

Demo Use Only...

Licensed for commercial use.
Branch-and-bound solver enabled.
Nonlinear solver enabled.
Barrier solver enabled.
Global solver enabled.

: take /home/niupeng/Desktop/model1.txt
: go
Compiling model ...
Structural analysis, pass 1 ...
Scalarizing model ...
Generating nonzero matrix ...

Model Class:                      LP

Total variables:                   16
Nonlinear variables:               0
Integer variables:                 0

Total constraints:                 25
Nonlinear constraints:             0

Total nonzeros:                   51
Nonlinear nonzeros:               0
```

Iters	Status	Objective	Suminf
0	UNKNOWN	0.00	0.00
9	OPTIMAL	0.422E+05	0.00

Computing duals, step 1 ...

Computing duals, step 2 ...

Global optimal solution found.

Objective value: 42188.87

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 9

Variable	Value	Reduced Cost
Z	42188.87	0.000000
X1	60.00000	0.000000
X2	30.00000	0.000000
X3	80.00000	0.000000
X4	0.000000	185.0000
V1	7.310526	0.000000
V2	0.000000	6.650000
V3	0.000000	6.887500
V4	0.000000	17.02039
U1	453.7895	0.000000
U2	222.0000	0.000000
U3	240.0000	0.000000
U4	0.000000	10.21602
Y1	10.00000	0.000000
Y2	0.000000	5.000000
Y3	0.000000	0.000000
Y4	0.000000	190.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	42188.87	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	200.0000
4	0.000000	-200.0000
5	0.000000	-195.0000
6	0.000000	-190.0000
7	0.000000	3.157895
8	0.000000	-10.15789
9	0.000000	-10.40789
10	0.000000	-10.32039
11	60.00000	0.000000
12	30.00000	0.000000
13	80.00000	0.000000

14	0.000000	0.000000
15	10.00000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.000000	-5.000000
18	0.000000	0.000000
19	7.310526	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	453.7895	0.000000
24	222.0000	0.000000
25	240.0000	0.000000
26	0.000000	0.000000

3. 问题②附录

(1)脚本代码：

```
!model2.txt
!根据问题二建立的线性规划模型编制的脚本代码：
MODEL:
    MIN=z;
    z=200*x1+195*x2+190*x3+185*x4+7*v1+6.9*v2+6.8*v3+6.7*v4+10*(u1+w
1)+9.9*(u2+w2)+9.8*(u3+w3)+9.7*(u4+w4);
    y1=10;
    y1+x1-y2=70;
    y2+x2-y3=30;
    y3+x3-y4=80;
    v1+u1=30;
    v1+u1+w1-v2-u2=450;
    v2+u2+w2-v3-u3=210;
    v3+u3+w3-v4-u4=240;
    w1>0;
    w2>0;
    w3>0;
    w1-19*u1<=0;
    w2-19*u2<=0;
    w3-19*u3<=0;
    x1>=0;
    x2>=0;
    x3>=0;
    x4>=0;
    y1>=0;
    y2>=0;
```

```

y3>=0;
y4>=0;
v1>=0;
v2>=0;
v3>=0;
v4>=0;
u1>=0;
u2>=0;
u3>=0;
u4>=0;
END

```

(2)程序运行过程代码(灰色背景为手工输入代码)：

```

: take /home/niupeng/Desktop/model2.txt
: go
Compiling model ...
Structural analysis, pass 1 ...
Scalarizing model ...
Generating nonzero matrix ...

Model Class:                                LP

Total variables:                            20
Nonlinear variables:                        0
Integer variables:                          0

Total constraints:                           31
Nonlinear constraints:                       0

Total nonzeros:                             67
Nonlinear nonzeros:                         0

  Iters   Status   Objective   Suminf
    0     UNKNOWN   0.00       0.00
   12     OPTIMAL  0.422E+05   0.00

Computing duals, step 1 ...
Computing duals, step 2 ...
Global optimal solution found.
Objective value:                             42188.87
Infeasibilities:                             0.000000
Total solver iterations:                      12

```

Variable	Value	Reduced Cost
Z	42188.87	0.000000
X1	60.00000	0.000000
X2	30.00000	0.000000
X3	80.00000	0.000000
X4	0.000000	185.0000
V1	7.310526	0.000000
V2	0.000000	6.650000
V3	0.000000	0.000000
V4	0.000000	17.02039
U1	22.68947	0.000000
W1	431.1000	0.000000
U2	11.10000	0.000000
W2	210.9000	0.000000
U3	12.00000	0.000000
W3	228.0000	0.000000
U4	0.000000	20.02039
W4	0.000000	9.700000
Y1	10.00000	0.000000
Y2	0.000000	5.000000
Y3	0.000000	0.000000
Y4	0.000000	190.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	42188.87	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	200.0000
4	0.000000	-200.0000
5	0.000000	-195.0000
6	0.000000	-190.0000
7	0.000000	3.157895
8	0.000000	-10.15789
9	0.000000	-10.40789
10	0.000000	-10.32039
11	431.1000	0.000000
12	210.9000	0.000000
13	228.0000	0.000000
14	0.000000	0.1578947
15	0.000000	0.5078947
16	0.000000	0.5203947
17	60.00000	0.000000
18	30.00000	0.000000
19	80.00000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	10.00000	0.000000

22	0.000000	0.000000
23	0.000000	-5.000000
24	0.000000	0.000000
25	7.310526	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	-6.887500
28	0.000000	0.000000
29	22.68947	0.000000
30	11.10000	0.000000
31	12.00000	0.000000
32	0.000000	0.000000

<完>