

## 2009 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

### 承 诺 书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则.

我们完全明白, 在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式(包括电话、电子邮件、网上咨询等)与队外的任何人(包括指导教师)研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道, 抄袭别人的成果是违反竞赛规则的, 如果引用别人的成果或其他公开的资料(包括网上查到的资料), 必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺, 严格遵守竞赛规则, 以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为, 我们将受到严肃处理。

我们参赛选择的题号是(从 A/B/C/D 中选择一项填写): \_\_\_\_\_

我们的参赛报名号为(如果赛区设置报名号的话): \_\_\_\_\_

所属学校(请填写完整的全名): \_\_\_\_\_

参赛队员(打印并签名): 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

指导教师或指导教师组负责人(打印并签名): \_\_\_\_\_

日期: \_\_\_\_\_年\_\_\_\_月

日

---

赛区评阅编号(由赛区组委会评阅前进行编号):

2009 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编 号 专 用 页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评阅人										
评分										
备注										

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

# 会议筹备的优化方案

## 摘要

本文研究的是会议筹备问题，从经济、方便、代表满意等方面，为会议筹备组制定的一个预订宾馆客房、租借会议室、租用客车的优化方案。本文从预定哪些宾馆和怎样租借会议室的角度考虑，建立了 0—1 规划模型。文章对以往几届会议代表回执和与会情况等数据的处理，拟合出本届与会代表人数为 908 人，以及通过对客房及会议室的规格、间数、价格等数据和对本届会议的代表回执中有关住房要求的信息的分析，达到花费最少、宾馆尽量靠近、代表满意三大要求而建立了 IQP 优化模型。

本模型在求解时，将多目标函数转化成单目标函数，并且设置满意度系数，通过 MATLAB 来拟合参与会议代表的人数，利用 LINGO 编程，在计算机上运行，得出预定哪些宾馆的客房，租借哪些会议室以及如何租用客车。具体结果如下：筹备组应该预订第一、第二、第四、第六家宾馆，算出预订的宾馆中所有客房能容纳 910 人，而实际有 908 人，空出两个床位；租借第一家宾馆的第一种规模会议室（1 个）和第二种规模会议室（2 个），第二家宾馆的第一种规模会议室（2 个），以及第六家宾馆的第一种规模会议室（1 个），总共需租借 6 个会议室。会议室一共能容纳 920 人，比实际超出 12 个；租借 45 座类型的客车 18 辆，33 座类型的客车 3 辆，总共 909 个座位，只有 1 个位置是空位。

该结果同时考虑到了经济，方便，代表满意三个方面，使结果达到了合理的状态，是一种最优方案。该模型通过考虑以往几届会议代表回执和与会情况数据的分析，利用灰色理论预测拟合，准确性和适度性较高。本模型也是今后各种会议筹备的一种有利方案。

**关键词：**会议筹备 IQP 优化方案 0—1 规划 目标函数 MATLAB LINGO

## 一、问题的重述

在某届全国性会议中，会议筹备组要为与会代表预订宾馆客房，租借会议室并租用客车接送代表。为了便于管理，除了尽量满足代表在价位等方面的需求之外，所选择的宾馆数量应该尽可能少，并且距离上比较靠近。

筹备组筛选出①—⑩家宾馆作为备选，相对位置见附图，有关客房及会议室的规格、间数、价格等数据见附表 1。

本届会议的代表回执中有关住房要求的信息（附表 2），以往几届会议代表回执和与会情况（附表 3），可以为预订宾馆客房提供参考。此外，客房房费由与会代表自付，但是如果预订客房的数量大于实际用房数量，筹备组需要支付一天的空房费，而若出现预订客房数量不足，则会造成非常被动的局面，引起代表的不满。

会议期间有一天的上下午各安排 6 个分组会议，由于事先无法知道哪些代表准备参加哪个分组会，筹备组还要向汽车租赁公司租用客车（45 座、36 座和 33 座三种类型）接送代表，三种类型客车的租金分别是半天 800 元、700 元和 600 元。

如何通过数学建模方法，从经济、方便、代表满意等方面，为会议筹备组制定一个预订宾馆客房、租借会议室、租用客车的合理方案。

## 二、模型的假设

1. 假设开放的宾馆中的各种规格的客房都要住人；
2. 假设预定的客房、租借的会议室和租用的客车都是可以正常使用的；
3. 假设中途无突发事件发生；
4. 假设出席会议的所有与会代表都要参加分组会议；
5. 假设单人房间住满后，要求独住的与会代表可选择一人独住双人间；

## 三、符号的说明

$a_i$  第  $i$  家宾馆所有客房总的价钱；

$b_{ij}$  租借的第  $i$  家宾馆的第  $j$  种会议室的间数；

$c_{ij}$  租借的第  $i$  家宾馆的第  $j$  种会议室半天中每间的价格；

$d_{ik}$  第  $i$  家宾馆到第  $k$  家宾馆的最短路程；

$e_i$  第  $i$  家宾馆中所有客房能住的人数；

- $f_l$  第 1 种客车的座位数;
- $g_{ij}$  第 i 家宾馆的第 j 种会议室中每间能容纳的人数;
- $s_l$  租借的第 1 种客车半天每辆的价格;
- $x_i$  第 i 家宾馆是否被预定;
- $y_{ij}$  第 i 家宾馆的第 j 种会议室是否被租用;
- $z_l$  第 1 种客车的辆数;

#### 四、问题的分析

该问题是一个在一定约束条件下的最优化问题,初步分析题意,我们建立以费用最少,路程最短,代表满意高为目标函数的非线性的规划模型。

**回执的定义:**会议通知或邀请函所附的填写后寄回筹备组的部分,内容包括能否应邀出席等。

##### 4.1 与会代表人数的分析

**附表 3 以往几届会议代表回执和与会情况**

	第一届	第二届	第三届	第四届
发来回执的代表数量	315	356	408	711
发来回执但未与会的代表数量	89	115	121	213
未发回执而与会的代表数量	57	69	75	104

从附表 3,如图,以往几届会议代表回执和与会情况表,我们可以得到这四届的与会人数分别为:

第一届与会代表的人数:  $315-89+57=283$ ;

第二届与会代表的人数:  $356-115+69=310$ ;

第三届与会代表的人数:  $408-121+75=362$ ;

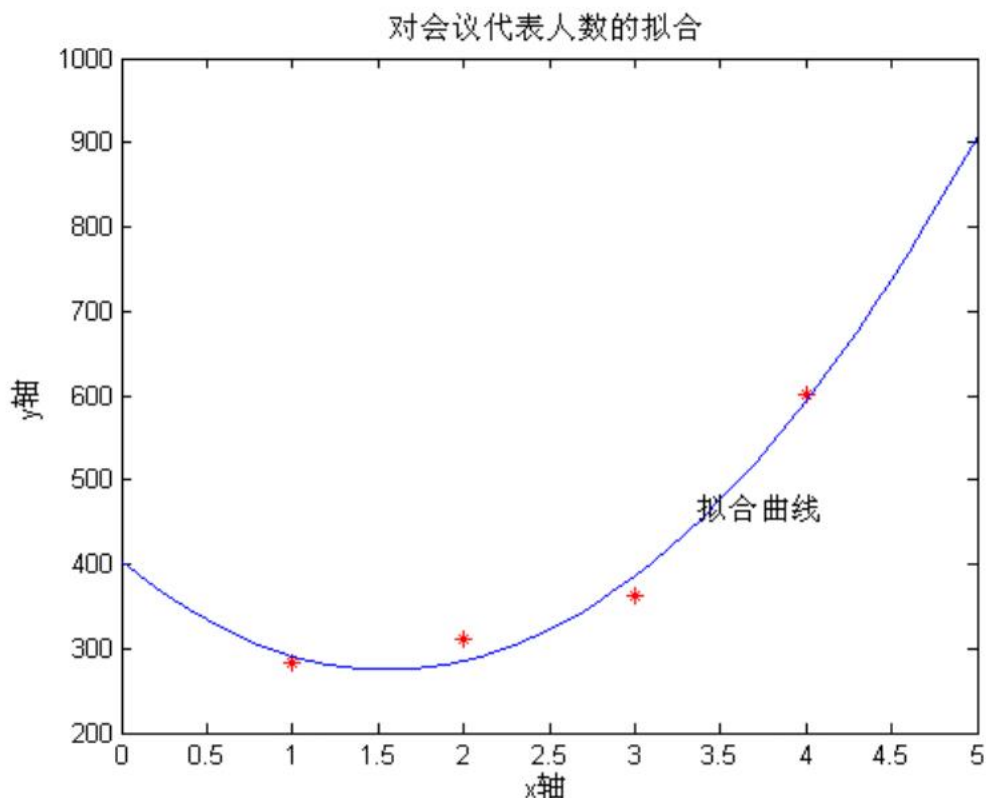
第四届与会代表的人数:  $711-213+104=602$ .

我们通过以上数据拟合得到的二项式方程为:

$y = 53.25x^2 - 165.35x + 403.25$ , 当  $x=5$  时,可以求得  $y=908$ ,即得出第五届与会

代表的人数为 908 人(具体程序见附表)。

同时也可以得到拟合曲线如图:



## 4.2 会议筹备方案的分析

会议服务公司的会议筹备组为了使在客房、会议室、客车中的总花费最少，在与会代表开会时要使他们从宾馆到会议室的距离更近，以及客房的住处和价位合理安排，分别从经济、方便、代表满意三个方面进行分析。

于是我们需要三个目标函数，然后将三目标函数转化为单目标函数，并且给与权重系数，满足  $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ ，由于在三个方面中经济相对而言更重要，所

以令其权重系数为  $w_1=0.5$ ，其次是方便程度， $w_2=0.3$ ，最后考虑代表的满意程

度，令  $w_3=0.2$ 。由于选择的宾馆要尽可能少，所以我们考虑预定的宾馆中的客房都要租借，因此我们在考虑筹备组是否预定第  $i$  家宾馆时，建立了 0—1 规划模

型，即  $x_i = \begin{cases} 0 & \text{不预定} \\ 1 & \text{预定} \end{cases}$ ；同理，考虑第  $i$  家宾馆的第  $j$  种规格的全部会议室是

否租借，也建立 0—1 规划模型，即  $y_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{不租借} \\ 1 & \text{租借} \end{cases}$

### 4.2.1 会议筹备方案中在经济方面的分析

由于客房房费是由与会代表自付，但是如果预订客房的数量大于实际用房数量，筹备组需要支付一天的空房费，所以，我们假设预定客房的数量与实际用房数量相等。从而筹备组只需要考虑会议室和客车的费用。当租借某家会议室时，

该会议室的费用=间数×该间会议室半天的价格，所以会议室的总费用为租借的所有会议室费用之和，

由于我们用  $z_i$  表示第 1 种客车的辆数，则客车的费用=第 1 种客车的量数×该种客车每辆半天的价格，所以筹划组所花的费用包括租借会议室和客车两部分的费用。

#### 4.2.2 从方便的角度来分析会议筹备方案

为了便于管理，除了尽量满足代表在价位等方面的需求之外，所选择的宾馆数量应该尽可能少，并且距离上比较靠近。由于我们不知道与会代表住在哪个宾馆的哪个客房，也不知道其要去哪个会议室开会，所以我们用总的最短路程来衡量与会代表的方便，我们算出每个宾馆到其他宾馆的最短路程，并构成一个  $10 \times 10$  的矩阵，即

$$d_k = \begin{pmatrix} 0 & 150 & 850 & 650 & 600 & 600 & 300 & 500 & 650 & 1300 \\ 150 & 0 & 700 & 500 & 750 & 750 & 450 & 650 & 800 & 1450 \\ 850 & 700 & 0 & 200 & 1450 & 1450 & 1150 & 1000 & 1150 & 2150 \\ 650 & 500 & 200 & 0 & 1250 & 1250 & 950 & 1150 & 1300 & 1950 \\ 600 & 750 & 1450 & 1250 & 0 & 600 & 300 & 500 & 650 & 1300 \\ 600 & 750 & 1450 & 1250 & 600 & 0 & 300 & 500 & 350 & 700 \\ 300 & 450 & 1150 & 950 & 300 & 300 & 0 & 200 & 350 & 1000 \\ 500 & 650 & 1000 & 1150 & 500 & 500 & 200 & 0 & 150 & 1200 \\ 650 & 800 & 1150 & 1300 & 650 & 350 & 350 & 150 & 0 & 1050 \\ 1300 & 1450 & 2150 & 1950 & 1300 & 700 & 1000 & 1200 & 1050 & 0 \end{pmatrix}$$

从而通过数据处理就可得到最短路程的目标函数。

#### 4.2.3 从代表满意的角度来分析会议筹备方案

由于住房 1、2、3 分别指每天每间 120~160 元、161~200 元、201~300 元三种不同价格的房间，为了简便，我们考虑平均值，计算得到：住房 1 每天每间的平均价格为 140 元，住房 2 每天每间的平均价格为 180 元，住房 3 每天每间的平均价格为 250 元，

附表 2 本届会议的代表回执中有关住房要求的信息（单位：人）

	合住 1	合住 2	合住 3	独住 1	独住 2	独住 3
男	154	104	32	107	68	41
女	78	48	17	59	28	19

从而可以计算出住房 1 所有费用= $\left(\frac{154}{2}+\frac{78}{2}+107+59\right)\times 140=39480$  元；

住房 2 所有费用= $\left(\frac{104}{2}+\frac{48}{2}+68+28\right)\times 180=30960$  元；

住房 3 所有费用= $\left(\frac{32}{2}+\frac{17+1}{2}+41+28\right)\times 250=21250$  元，

因此代表住房要求的总费用为  $39480+30960+21250=91690$  元。

我们已经知道，用  $a_i$  表示第  $i$  家宾馆所有客房总的价钱；然而由表 1，备选宾馆的价格的数据可以得到每家宾馆所有客房的总费用：

$$a_1 = 50 \times 180 + 30 \times 220 + 30 \times 180 + 20 + 20 = 25400$$

$$a_2 = 50 \times 140 + 35 \times 160 + 30 \times 180 + 35 \times 200 = 25000$$

$$a_3 = 50 \times 150 + 240 \times 180 + 27 \times 150 = 15870$$

$$a_4 = 50 \times 140 + 45 \times 200 = 16000$$

$$a_5 = 35 \times 140 + 35 \times 160 + 40 \times 200 = 18500$$

$$a_6 = 40 \times 160 + 40 \times 170 + 30 \times 180 + 30 \times 220 = 25200$$

$$a_7 = 50 \times 150 + 40 \times 160 + 30 \times 300 = 22900$$

$$a_8 = 40 \times 180 + 40 \times 160 + 45 \times 180 = 21700$$

$$a_9 = 30 \times 260 + 30 \times 260 + 30 \times 280 + 30 \times 280 = 32400$$

$$a_{10} = 55 \times 260 + 45 \times 280 = 26900$$

我们用备选宾馆所有客房的总费用与代表住房要求的总费用差的平方的最小值来衡量代表的满意程度。

根据我们拟合出来的第五届与会代表的人数 908 人，宾馆中所有客房能住的人数要超过 908 人，即  $\sum_{i=1}^m e_i \times x_i \geq 908$ ；租借的客车所有座位数应该超过 908 个，即

$\sum_{l=1}^n f_l \times z_l \geq 908$ ；所有的会议室能容纳的代表也应该不少于 908 人，即



$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n g_{ij} \times b_{ij} \times y_{ij} \geq 908$ ；由于会议期间有一天的上下午要各安排 6 个分组会议，

筹备组需要在代表下榻的某几个宾馆租借会议室，由于下午和上午开会的地点没有变，只是开会的项目变化了，为了方便起见，我们只考虑上午会议室的安排就

可以得到最优了，即  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} \times y_{ij} = 6$ ；此外，宾馆的预定与会议室的租借都是 0

—1 规划模型，我们在考虑宾馆和会议室的时候，当宾馆预订时，此会议室可以开，也可以不开，但是当某个会议室租借时，对应的宾馆就必须预订，所以得到宾馆和会议室之间的对应关系为  $y_{ij} \leq x_i$ 。

## 五、模型的建立与求解

我们对问题进行分析后，作出了相应的假设和符号说明，建立起针对会议筹备的优化模型：

从筹备组的经济考虑，建立目标函数为：
$$\min J = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_{ij} \times b_{ij} \times c_{ij} + \sum_{l=1}^p z_l \times s_l$$

从方便程度出发，建立目标函数为：
$$\min F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^w y_{ij} \times d_{ik}$$

从代表的满意程度考虑，建立目标函数为：
$$\min M = \left( \sum_{i=1}^m x_i a_i - 91690 \right)^2$$

我们将这三个目标函数转化成单目标函数，可以得到：

$$\min Z = \alpha \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_{ij} \times b_{ij} \times c_{ij} + \beta \sum_{l=1}^p z_l \times s_l + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^w y_{ij} \times d_{ik} + \gamma \left( \sum_{i=1}^m x_i a_i - 91690 \right)^2$$

$\alpha, \beta, \gamma$  为权重系数，且  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

宾馆中所有客房能住的人数，宾馆中所有客房能住的人数以及所有的会议室能容纳的代表均不得少于 908 人，在宾馆中租借的所有会议室总数应该恰好为 6 个，此外，宾馆和会议室之间的对应关系为  $y_{ij} \leq x_i$

从而可以得到简易模型

目标函数为：

$$\min Z = \alpha \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^4 y_{ij} \times b_{ij} \times c_{ij} + \beta \sum_{l=1}^3 z_l \times s_l + \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^{10} y_{ij} \times d_{ik} + \gamma \left( \sum_{i=1}^{10} x_i a_i - 91690 \right)^2$$

约束条件为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{10} e_i \times x_i \geq 908 \\ \sum_{l=1}^3 f_l \times z_l \geq 908 \\ \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^4 g_{ij} \times b_{ij} \times y_{ij} \geq 908 \\ \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^4 b_{ij} \times y_{ij} = 6 \\ y_{ij} \leq x_i \\ x_i = \begin{cases} 0 & \text{不预定} \\ 1 & \text{预定} \end{cases} \\ y_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{不租借} \\ 1 & \text{租借} \end{cases} \\ i = 1, 2, \dots, 10; j = 1, 2, \dots, 4; l = 1, 2, 3; k = 1, 2, \dots, 10 \end{array} \right.$$

由于模型涉及的数据比较多，我们采用 LINGO 编程，并通过变化  $\alpha, \beta, \gamma$  的值来使结果达到最优解（程序见附录），最后在计算机上运行得到： $\alpha=0.4, \beta=0.3, \gamma=0.3$  时得到最优方案，即筹备组应该预订第一、第二、第四、第六家宾馆，租借第一家宾馆的第一种规模会议室（1 个）和第二种规模会议室（2 个），第二家宾馆的第一种规模会议室（2 个），以及第六家宾馆的第一种规模会议室（1 个），租借 45 座类型的客车 18 辆，33 座类型的客车 3 辆。

## 六、模型的推广和评价

### I、模型的优点

1. 本文所建立的模型方法直观，通俗易懂；
2. 模型可以通过软件进行整数规划求解，节省人力和时间；
3. 该模型含有参数，我们可以根据实际情况来调整权重系数，使结果达到优化；
4. 该模型得出的方案符合实际情况；

### II、模型的缺点

该模型在处理数据时，由于数据比较多，比较繁杂，以及考虑的因素非常多，所以使结果不是绝对的完美。

### III、模型的推广

我们建立的模型可以广泛的应用到生活中去，也可推广到其他的各个领域，比如说学校教师的会议筹划，工厂中工人的会议安排，医院大型学术会议的筹备工作等。

## 七、参考文献

- 【1】萧树铁，数学实验，北京：高等教育出版社，1999。
- 【2】李维铮，运筹学（第三版），北京：清华大学出版社，2005。
- 【3】姜启源，谢金星，叶俊，数学模型（第三版），北京：高等教育出版社，2003。

附录：

拟合与会代表人数的程序为：

```
xy=[1 283  
     2 310  
     3 362  
     4 602];
```

```

x=xy(:,1);
y=xy(:,2);
plot(x,y,'r*')
hold on
A=polyfit(x,y,2);
x=0:0.1:5;
y=53.25*x.^2-165.35*x+403.25;
plot(x,y)
xlabel('x 轴')
ylabel('y 轴')
title('对会议代表人数的拟合')

```

求解程序为：

```

model:
sets:
nd/1..10/:i,x,k,e,a;
hy/1..4/:j;
ch/1..3/:l,z,s,f;
links(nd,hy):y,b,c,g;
links1(nd,nd):d;
endsets
min=0.4*(@sum(nd:x*a)-91690)^2+0.3*(@sum(links:y*b*c)+@sum(ch:z*s))+0
.3*@sum(nd(i):@sum(hy(j):y(i,j))*@sum(nd(k):d(i,k)));
@sum(nd:e*x)>908;
@sum(ch:f*z)>908;
@sum(links:b*y)=6;
@sum(links:g*b*y)>908;
@for(nd(i):@bin(x));
@for(links:@bin(y));
@for(nd(i):@for(hy(j):y(i,j)<x(i)));
@for(ch(l):@gin(z));
data:
a=25400 25000 15870 16000 18500 25200 22900 21700 32400 26900;
b= 1 2 2 0
    2 1 3 3
    1 2 1 3
    2 3 0 0
    2 1 3 0
    1 1 0 0
    2 3 1 0
    1 2 0 0
    1 2 1 0
    1 2 0 0;
c=1500 1200 600 0

```

```

1000 1500 300 300
1200 800 1000 320
900 300 0 0
1000 1500 500 0
1000 1200 0 0
800 300 1000 0
1000 800 0 0
1300 800 1200 0
1500 1000 0 0;
s=800 700 600;
d=0 150 850 650 600 600 300 500 650 1300
150 0 700 500 750 750 450 650 800 1450
850 700 0 200 1450 1450 1150 1000 1150 2150
650 500 200 0 1250 1250 950 1150 1300 1950
600 750 1450 1250 0 600 300 500 650 1300
600 750 1450 1250 600 0 300 500 350 700
300 450 1150 950 300 300 0 200 350 1000
500 650 1000 1150 500 500 200 0 150 1200
650 800 1150 1300 650 350 350 150 0 1050
1300 1450 2150 1950 1300 700 1000 1200 1050 0;
e=210 300 175 190 220 210 170 205 150 200;
f=45 36 33;
g=200 150 60 0
130 180 45 30
200 100 150 60
150 50 0 0
150 180 50 0
160 180 0 0
140 60 200 0
160 130 0 0
160 120 200 0
180 140 0 0;
enddata
end

```

附表1 10家备选宾馆的有关数据

宾馆代 号	客房			会议室		
	规格	间数	价格 (天)	规模	间数	价格(半 天)
①	普通双标间	50	180 元	200 人	1	1500 元
	商务双标间	30	220 元	150 人	2	1200 元

	普通单人间	30	180 元	60 人	2	600 元
	商务单人间	20	220 元			
②	普通双标间	50	140 元	130 人	2	1000 元
	商务双标间	35	160 元	180 人	1	1500 元
	豪华双标间 A	30	180 元	45 人	3	300 元
	豪华双标间 B	35	200 元	30 人	3	300 元
③	普通双标间	50	150 元	200 人	1	1200 元
	商务双标间	24	180 元	100 人	2	800 元
	普通单人间	27	150 元	150 人	1	1000 元
				60 人	3	320 元
④	普通双标间	50	140 元	150 人	2	900 元
	商务双标间	45	200 元	50 人	3	300 元
⑤	普通双标间 A	35	140 元	150 人	2	1000 元
	普通双标间 B	35	160 元	180 人	1	1500 元
	豪华双标间	40	200 元	50 人	3	500 元
⑥	普通单人间	40	160 元	160 人	1	1000 元
	普通双标间	40	170 元	180 人	1	1200 元
	商务单人间	30	180 元			
	精品双人间	30	220 元			
⑦	普通双标间	50	150 元	140 人	2	800 元
	商务单人间	40	160 元	60 人	3	300 元
	商务套房（1 床）	30	300 元	200 人	1	1000 元
⑧	普通双标间 A	40	180 元	160 人	1	1000 元
	普通双标间 B	40	160 元	130 人	2	800 元
	高级单人间	45	180 元			
⑨	普通双人间	30	260 元	160 人	1	1300 元
	普通单人间	30	260 元	120 人	2	800 元
	豪华双人间	30	280 元	200 人	1	1200 元
	豪华单人间	30	280 元			
⑩	经济标准房（2 床）	55	260 元	180 人	1	1500 元
	标准房（2 床）	45	280 元	140 人	2	1000 元

附表 2 本届会议的代表回执中有关住房要求的信息（单位：人）

	合住 1	合住 2	合住 3	独住 1	独住 2	独住 3
男	154	104	32	107	68	41
女	78	48	17	59	28	19

说明：表头第一行中的数字 1、2、3 分别指每天每间 120~160 元、161~200 元、201~300 元三种不同价格的房间。合住是指要求两人合住一间。独住是指可安排

单人间，或一人单独住一个双人间。

附表 3 以往几届会议代表回执和与会情况

	第一届	第二届	第三届	第四届
发来回执的代表数量	315	356	408	711
发来回执但未与会的代表数量	89	115	121	213
未发回执而与会的代表数量	57	69	75	104

附图（其中 500 等数字是两宾馆间距，单位为米）

