会议筹备优化方案

摘 要

本文针对会议筹备问题中可能遇到的问题及其解决方案，首先考虑到发回执的代表人数不一定等于与会人数，利用往届与会比例来预测本届代表人数为 661。其次，在宾馆的选取上，考虑到预定的宾馆总数尽量少，距离上尽量靠近，我们给出了两种方法来衡量宾馆的集中程度，一种方法是中心点法，另一种是任意点法（使得所选的任意两个宾馆距离总和最小）。基于这两种方法我们建立了两个模型，利用 Lingo 软件解出预定宾馆的方案，最少宾馆数为 4 家， 分别是①,②,③,⑦。而在会议室安排及客车租借问题上，我们综合考虑了会议室租用及客车租用的总费用，以总费用最少为目标函数，建立相应线性规划，最终得出会议室和客车的租借最优方案为：租借会议室费用为 6100 元,租用客车费用为 2500 元，总费用为 8350 元。最后我们对模型进行分析，给出一种评价满意度的方法，得出代表对该安排的满意度均达 95%以上，说明该模型具有一定的通用性与可操作性。

关键词：整数规划；多目标规划；会议筹备；满意度

1 问题的提出

某市的一家会议服务公司负责筹备某专业领域的一次全国性会仪。筹备组要从备选的10家宾馆中，为与会代表预订宾馆，租借会仪室。根据以往会议的情况，有些发来回执的代表不一定会来参加会议，而有些代表未发来回执却来参加了会议。为了尽量满足与会人的住房需求，同时又不会出现超额预定的现象，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。已知有一天的上下午各安排6个分组会仪，筹备组需要在代表下榻处租用几个会仪室。由于事先不知道代表会去参加哪个会，还需要从三种座位类型的客车中，租用一些车辆来接送代表。为此需要综合考虑经济、方便、代表满意等多方面因素，来预订宾馆客房、租借会议室和租用客车。

2 问题的分析

首先是数据的处理，根据以往几届会议代表回执和与会情况，计算出每年会议代表的平均出席比例，据此来估算本届的出席人数。根据宾馆客房的价格把宾馆客房分为6个类别，结合单、双人间回执人数，计算出男、女各类别的与会人数，进而得出各种类型所需客房的间数。

在宾馆客房的预定上，所选择的宾馆数量尽可能少并且距离上比较靠近。为使效果最佳，我们以两种方案来实现，一种是中心宾馆法，另一种是任意宾馆法，即：使所选的任意两个宾馆距离总和最小。基于这两种方法我们建立了两个模型给出预定宾馆的方案。

关于租借会议室和租用客车问题上，我们是在预定出宾馆的方案基础上，综合考虑了租借会议室和租用客车的经济方面，采用规划模型，利用Lingo软件解出了租借会议室和租用客车的方案。

3 模型的假设和符号约定

3.1 模型的假设

1）假设代表同一时间段只能参加同一个会议，且参加每个会议是等可能的。

2）男、女代表不能合住在同一客房。

3）假设每个宾馆到马路的距离是相等的。

4）假设每个分组会议是不分段的。

5）要求单住的代表被安排在双人间不影响其满意程度。

6）代表们只住在这10家宾馆中的某几家宾馆中。

7）距离在三百米之内不用租车。

8）假设本届与前几届与会的人数比例不会有太大的变化。

3.2 符号的约定

x_{ij}：表示第i号宾馆的第j类客房被预定的客房数量

y_{ij}：表示指定独住而被安排到第i号宾馆的第j类（$j=1\cdots3$）客房的数量

C_{ij}：表示第i号宾馆的第j类客房总数

d_{ik}：表示第i号宾馆与第k号宾馆的距离

M_j：表示与会男代表预定第j类客房的数量

N_j：表示与会女代表预定第j类客房的数量

Q_j：表示与会代表预定第j类客房的总数；

m_{ij}：表示第i号宾馆的第j类会议室的间数；

n_{ij}：表示第i号宾馆的第j类会议室的座位数；

q_{ij}：表示第i号宾馆的第j类会议室的价格；

z_{ij}：表示预定第i号宾馆第j类会议室的间数；

e_{ik}：表示第i号宾馆到第k号宾馆租用 45 座车辆数；

g_{ik}：表示第i号宾馆到第k号宾馆租用 36 座车辆数；

h_{ik}：表示第i号宾馆到第k号宾馆租用 33 座车辆数。

4 模型的准备

4.1 宾馆客房分类

根据宾馆客房的价格和单、双人间可以把宾馆客房分为 6 个类别：

表 1　宾馆客房分类

类别	1	2	3	4	5	6
价格(元)	120~160	161~200	201~300	120~160	161~200	201~300
规格	双人间	双人间	双人间	单人间	单人间	单人间

根据宾馆分类，结合附表 1，我们可以统计出各类别的宾馆客房总数，见表 2：

表 2　各级别宾馆客房总数

	类别 1	类别 2	类别 3	类别 4	类别 5	类别 6
宾馆①	0	50	30	0	30	20
宾馆②	85	65	0	0	0	0
宾馆③	50	24	0	27	0	0
宾馆④	50	45	0	0	0	0
宾馆⑤	70	40	0	0	0	0
宾馆⑥	0	40	30	40	30	0
宾馆⑦	50	0	0	40	0	30
宾馆⑧	40	40	0	0	45	0
宾馆⑨	0	0	30	0	0	60
宾馆⑩	0	0	100	0	0	0

4.2 与会代表占发回执的代表比例:

根据以往几届会议代表回执和与会情况，设发来回执的代表数量为 A，发来回执但未与会的代表数量为 B，未发回执而与会的代表数量为 C，记第 t 届的出席比例为 $\lambda(t)$，则定义出席比例为

$$\lambda(t)=\frac{A(t)-B(t)+C(t)}{A(t)}\times 100\%$$

而出席比例的平均值为:

$$\overline{\lambda}=\frac{\sum_{t=1}^{4}\lambda(t)}{4}$$

求解见表

表 3　会议代表的出席比例

	第一届	第二届	第三届	第四届	平均值
出席比例（%）	89.84	87.08	88.73	84.67	87.58

运用 *Excel* 作出以往几届会议代表的出席比例的拆线图:

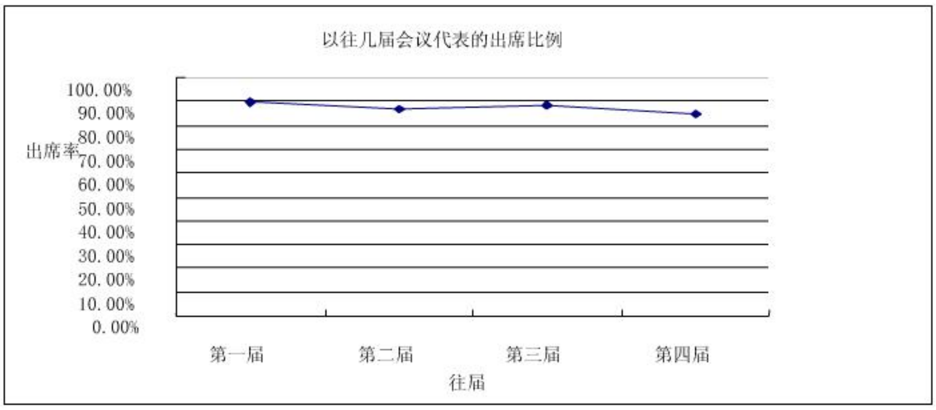

图 1　出席比例的拆线图

从出席比例的数值表和拆线图可以看出每一届代表的出席率是没有规律的，但是每一届代表的出席率都在 84%－90%之间，而且波动不大，所以可以把往届代表的出席比例的平均值作为本届代表的出席比例。

再根据本届全议代表的回执信息，不同的代表需要住客房的级别有所不同，运用所求出的出席比例，可以预测出本届男、女与会代表回执住房要求信息，见表 4。

表 4　本届会议与会代表的住房要求预测

	合住 1	合住 2	合住 3	独住 1	独住 2	独住 3	总人数
男	135	91	28	94	60	36	444
女	68	42	15	52	25	17	219
各类总人数	203	133	43	146	85	53	663

说明：由于各类取整出现有误差，按照回执代表的总人数预测出与会代表的总人数为 755×87.58%=661 人。

假设男女不能合住，则与会代表预定第 j 类客房的总人数 Q_j 为：

$$Q_j=\begin{cases}\left\lfloor \dfrac{M_j}{2}\right\rfloor+\left\lfloor \dfrac{N_j}{2}\right\rfloor, j=1,2,3,\\ M_j+N_j, j=4,5,6.\end{cases}$$

由表 4 的信息可以得出与会代表需要各类别宾馆客房的数量：

表 5　本届会议与会代表需要的客房数

	合住 1	合住 2	合住 3	独住 1	独住 2	独住 3	房间总数
男	68	46	14	94	60	36	318
女	34	21	8	52	25	17	157
各类房间总数	102	67	22	146	85	53	475

5 模型的建立与求解

5．1．1 预订宾馆客房的数学模型一：中心点法

在为代表预订宾馆客房的问题上，我们考虑了以下三个方面：第一，尽量满足代表在价位等方面的需求；第二，所选择的宾馆数量应该尽可能少；第三，距离上尽可能比较靠近。

如何使所选择的宾馆数量尽可能少且距离上比较靠近的问题可看作是求点的集中问题。

首先我们用一种特殊的方法（中心点法）来解决这个问题。具体方法如下：

1）选中某个比较集中的宾馆作为中心宾馆，定义 D_i 为第 i 号宾馆到该中心宾馆的距离。

2)定义 0-1 变量 p_i，其中 $p_i=1$ 表示第 i 号宾馆的客房被选取，否则令 $p_i=0$，则 $\sum_{i=1}^{10} p_i$ 表示所选宾馆的总数量。

3）$\sum_{i=1}^{10} D_i p_i$ 表示所选宾馆到中心宾馆的距离之和，则 $\sum_{i=1}^{10} D_i p_i$ 的大小可以在一定程度上反映所选宾馆的集中性。所以有以下的目标函数：

$$\min\sum_{i=1}^{10} p_i\ ,\quad \min\sum_{i=1}^{10} D_i p_i$$

由于预定的双人客房间数不可以超过相应的最大客房间数：

$$0 \le x_{ij} \le c_{ij} \quad , \quad j = 1,2,3$$

独住的人不仅可以安排到单人房也可以安排到未安排满的双人房，假如某号宾馆有未安排的双人房而单人房不够，则可以安排到同类型的双人房，所以有以下的约束条件：

$$x_{ij} \le c_{ij} + c_{i(j-3)} - x_{i(j-3)} \quad , \quad j = 4,5,6$$

预定量要大于需求量：

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ij} \cdot p_i \ge Q_j, \quad j = 1 \cdots 6,$$

其中

$$Q_j = \begin{cases} \left\lfloor \dfrac{M_j}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \dfrac{N_j}{2} \right\rfloor, & j = 1,2,3, \\ M_j + N_j, & j = 4,5,6. \end{cases}$$

综上所述，可得到如下的双目标规划模型：

$$\min z_1 = \sum_{i=1}^{10} p_i\ , \quad \min z_2 = \sum_{i=1}^{10} D_i p_i$$

$$\begin{cases} x_{i1} \le C_{i1}, \\ x_{i2} \le C_{i2}, x_{i3} \le C_{i3}, \\ x_{i4} \le C_{i4} + C_{i1} - x_{i1}, \\ x_{i5} \le C_{i5} + C_{i2} - x_{i2}, \\ x_{i6} \le C_{i6} + C_{i3} - x_{i3}, \\ \sum_{i=1}^{10} x_{ij} \cdot p_i \ge Q_j, j = 1 \cdots 6, \\ Q_j = \left\lfloor \dfrac{M_j}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \dfrac{N_j}{2} \right\rfloor, j = 1 \cdots 3, \\ Q_j = M_j + N_j, j = 4 \cdots 6; \end{cases}$$

模型一的求解：

这个是一个多目标规划问题，我们发现求到中心宾馆的距离总和最小的问题在一定程度上反映了宾馆数的最小，所以可以将这个问题转换成单目标归划，具体解法如下：

1．当只考虑目标函数一，求得最少宾馆数为 4，入住宾馆分别为①、②、③、⑦；

2．当只考虑目标函数二，

1） 当以宾馆⑦为中心点，求得入住宾馆号为②、⑤、⑥、⑦、⑨，总

距离为 1400；

2） 当以宾馆⑧为中心点，求得入住宾馆号为②、⑤、⑦、⑧、⑨，总距离为 1500；

3） 当以宾馆⑨为中心点，求得入住宾馆号为①、⑥、⑦、⑧、⑨，总距离为 1650；

4） 当以宾馆⑥为中心点，求得入住宾馆号为①、⑤、⑥、⑦、⑨，总距离为 2000；

5） 当以宾馆①为中心点，求得入住宾馆号为①、②、③、⑦，总距离为 1350；

6） 当以宾馆②为中心点，求得入住宾馆号为①、②、③、⑦，总距离为 1350。

通过以上数据可知当选取①、②、③、⑦号宾馆时可达到最优值。

5．1．2 模型二：所选的任意两个宾馆总距离和最小（任意点法）

设 $P_i=1$ 表示有在第 i 号宾馆预定客房，$P_i=0$ 表示没有在第 i 号宾馆预定客房，显然有 $p_i=sign(\sum_{j=1}^{6}x_{ij})$，其中 $sign$ 是一个符号函数。

则 $\sum_{i=1}^{10}p_i$ 表示共选择的宾馆数量。为了使所选择的宾馆数量尽可能少，我们有如下的目标函数一：

$$\min\sum_{i=1}^{10}p_i$$

在筹备中，为了让所选择的各个宾馆在距离上比较靠近，我们规定所选择的宾馆之间的距离之和尽可能小。d_{ij} 是表示第 i 号宾馆到第 j 号宾馆的距离，则可用 $\sum_{j=1}^{10}\sum_{i=1}^{10}d_{ij}p_ip_j$ 表示所选的宾馆之间的距离总和。为了让他们的距离上尽可能比较靠近，所以我们有目标函数二：

$$\min\sum_{j=1}^{10}\sum_{i=1}^{10}d_{ij}p_ip_j$$

预定的客房数量不可以大于相应的实际客房总数：

$$0\le x_{ij}\le C_{ij}$$

$$0\le y_{ij}\le C_{ij}$$

预定的客房数量要大于客房的需求量：

$$\begin{cases}\sum_{i=1}^{10} x_{ij} - \sum_{i=1}^{10} y_{ij} \geq \left\lfloor \frac{M_j}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{N_j}{2} \right\rfloor, j=1,2,3, \\ \sum_{i=1}^{10} y_{i(j-3)} + \sum_{i=1}^{10} x_{ij} \geq M_j + N_j, j=4,5,6; \end{cases}$$

综上所述我们得到一个多目标规划模型如下：

$$\min \sum_{i=1}^{10} p_i\,, \quad \min \sum_{j=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} d_{ij} p_i p_j$$

$$\begin{cases} p_i = sign(\sum_{j=1}^{6} x_{ij}), \\ 0 \leq x_{ij} \leq C_{ij}, \\ 0 \leq y_{ij} \leq C_{ij}, \\ \sum_{i=1}^{10} x_{ij} - \sum_{i=1}^{10} y_{ij} \geq \left\lfloor \frac{M_j}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{N_j}{2} \right\rfloor, j=1,2,3, \\ \sum_{i=1}^{10} y_{i(j-3)} + \sum_{i=1}^{10} x_{ij} \geq M_j + N_j, j=4,5,6, \\ x_{ij,} y_{ij}\text{是非零整数} \end{cases}$$

为了求解的方便我们将此模型转换成 0—1 规划模型如下

$$\min \sum_{i=1}^{10} p_i\,, \quad \min \sum_{j=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} d_{ij} p_i p_j$$

$$s.t.\begin{cases} 0 \leq x_{ij} \leq C_{ij} p_i, \\ 0 \leq y_{ij} \leq C_{ij} p_i, \\ \sum_{i=1}^{10} x_{ij} - \sum_{i=1}^{10} y_{ij} \geq \left\lfloor \frac{M_j}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{N_j}{2} \right\rfloor, j=1,2,3, \\ \sum_{i=1}^{10} y_{i(j-3)} + \sum_{i=1}^{10} x_{ij} \geq M_j + N_j, j=4,5,6, \\ P_i = 0\text{或}1, \\ x_{ij}, y_{ij} \in Z; \end{cases}$$

运用*lingo*软件对模型求解：

当只考虑目标一，得出与会代表被安排在①，②，③，⑦号宾馆

当只考虑目标二，得出与会代表被安排在①，②，③，⑦号宾馆

可见两个结果是一致的，这是因为对总距离求最小值，在一定程度上也反映了总宾馆数量最小。

综合模型一和模型二所求解的结果，筹备组选择①，②，③，⑦号宾馆为最宾馆优筹备方案。运用*lingo*软件，得出各间宾馆的每个组别客房被预定的客房

数量和入住人数：

表 6　所选 4 间宾馆被预定的客房数量和入住人数

宾馆代号	级别	客房数	合住的房数	独住的房数	人数	宾馆总人数
①	2	32	2	30	34	131
	3	25	22	3	47	
	5	30	0	30	30	
	6	20	0	20	20	
②	1	80	52	28	132	262
	2	65	65	0	130	
③	1	50	0	50	50	101
	2	24	0	24	24	
	4	27	0	27	27	
⑦	1	50	50	0	100	170
	4	40	0	40	40	
	6	30	0	30	30	

5．2 租借会议室和租用客车的数学模型

基于上述预订的宾馆客房，综合考虑租借会议室和租用客车的数学模型。

在上述模型中我们已经给出了预订宾馆客房的方案，在此基础上我们建立租借会议室和租用客车的数学模型。

对约束条件的考虑：

1）预定的会议室间数不可以超过实际的会议室间数

$$0 \le z_{ij} \le m_{ij}$$

2）共有 6 间会议室：

$$\sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} z_{ij} = 6$$

3）座位数不小于总人数：

$$\sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} z_{ij} n_{ij} \ge L$$

4）令 f_{ik} 表示第 i 号宾馆到第 k 号宾馆的总人数，代表到各个会议室开会的可能性是相同的，则有：

$$f_{ik} = \frac{b_i}{6}\sum_{j=1}^{4} z_{kj}$$

预定会议室的座位总数应该比所有与会代表的人数多，即满足每个与会代表都有座位。

$$\sum_{i=1}^{10} f_{ik} > \sum_{j=1}^{4} n_{kj} z_{ij}$$

5）用 v_{ik} 表示从第 i 号宾馆到第 k 号宾馆的车费，则有：

$$v_{ik}=\begin{cases}\min(800\times\left\lfloor\dfrac{\alpha_{ik}}{45}\right\rfloor+700\times\left\lfloor\dfrac{\beta_{ik}}{36}\right\rfloor+600\times\left\lfloor\dfrac{f_{ik}-\alpha_{ik}-\beta_{ik}}{33}\right\rfloor), d_{ik}>300,\\ 0, d_{ik}\le 300.\end{cases}$$

目标函数的考虑：

由上述可知 $\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{10} v_{ik}$ 表示总车费，$\sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} z_{ij}q_{ij}$ 表示租借会议室的费用

我们的目标是要使总的费用最小，所以目标函数为：

$$\min \sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} z_{ij}q_{ij}+\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{10} v_{ik}$$

综上所述可得到一个综合考虑租借会议室和租用客车的数学模型：

$$\min \sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} z_{ij}q_{ij}+\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{10} v_{ik}$$

$$\begin{cases}0\le z_{ij}\le m_{ij},\\ \sum_{i-1}^{10}\sum_{j=1}^{4} x_{ij}=6, \qquad \sum_{i}^{10}\sum_{j}^{4} z_{ij}n_{ij}\ge L,\\ f_{ik}=\dfrac{b_i}{6}\sum_{j=1}^{4} z_{kj}, \qquad \sum_{i=1}^{10} f_{ik}>\sum_{j=1}^{4} n_{kj}\\ v_{ik}=\begin{cases}\min(800\times\left\lfloor\dfrac{\alpha_{ik}}{45}\right\rfloor+700\times\left\lfloor\dfrac{\beta_{ik}}{36}\right\rfloor+600\times\left\lfloor\dfrac{f_{ik}-\alpha_{ik}-\beta_{ik}}{33}\right\rfloor),\\ 0, d_{ik}<300;\end{cases}\\ e_{ik}=\left\lfloor\dfrac{\alpha_{ik}}{45}\right\rfloor, \qquad h_{ik}=\left\lfloor\dfrac{\beta_{ik}}{36}\right\rfloor,\\ g_{ik}=\left\lfloor\dfrac{f_{ik}-\alpha_{ik}-\beta_{ik}}{33}\right\rfloor\\ i=1\cdots 10, j=1\cdots 4, k=1\cdots 10.\end{cases}$$

在以上模型中，由于 v_{ik} 的表达式较复杂，导致模型的求解比较困难。考虑到租借会议室费用与租用客车费用是相互制约的，要使得总费用最少，我们可以把模型的求解分成以下几个步骤进行：

1）只考虑租会议室费用最少，把以上模型简化为如下的模型：

$$\min \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} q_{ij}$$

$$s.t. \begin{cases} 0 \le z_{ij} \le m_{ij}, \\ \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} = 6, \\ \sum_{i}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} n_{ij} \ge L, \\ f_{ik} = \dfrac{b_i}{6} \sum_{j=1}^{4} z_{ij}, \\ \sum_{i=1}^{10} f_{ik} > \sum_{j=1}^{4} n_{kj} z_{ij}, \\ z_{ij} \in Z. \end{cases}$$

应用 Lingo 软件求解，会议室租借方案如下：

租借会议室的方案：在第 3 号宾馆中租借规模为 150 人的会议室 1 个，规模为 200 人的会议室 1 个；在第 7 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 3 个，规模为 140 人的会议室 1 个；租借会议室费用为 3900 元，租用客车费用为 9700 元。

2）在模型 1）中，考虑约束条件 $\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} q_{ij} > 3905$，解得

租借会议室的方案：在第 3 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 1 个，规模为 200 人的会议室 1 个；在第 7 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 2 个，规模为 140 人的会议室 1 个，规模 200 人的会议室 1 个；租借会议室费用为 3920 元，租用客车费用为 9700 元，总费用为 13620 元。

3）在模型 1）中，考虑约束条件 $\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} q_{ij} > 3915$，得出

租借会议室的方案：在第 3 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 2 个，规模为 200 人的会议室 1 个；在第 7 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 1 个，规模为 140 人的会议室 1 个，规模为 200 人的会议室 1 个；租借会议室费用为 3940 元，租用客车费用为 10100 元，总费用为 15040 元。

4）在模型 1）中，考虑约束条件 $\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} q_{ij} > 5800$，得出

租借会议室的方案：：在第 1 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 2 个，规模为 150 人的会议室 2 个，规模为 200 人的会议室 1 个，在第 2 家宾馆租用规模为 130 人的会议室 1 个，租借会议室费用为 5800 元，租用客车费用为 3900 元，总费用为 9700 元。可见当租借会议室的费用提高时，总的费用不一定会提高，

5）经过多次不断地迭代，让 $\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{4} z_{ij} q_{ij} > 6100$ 作为约束条件时，得出最终最优的方案为如下。租借会议室的方案：在第 1 号宾馆中租借规模为 60 人的会议室 2

个，规模为 150 人的会议室 2 个，规模为 200 人的会议室 1 个，在第 2 家宾馆租用规模为 130 人的会议室 1 个。租借会议室总费用为 6100 元；租车方案为：在第 3 号宾馆安排 45 座的车 2 辆，其中一辆开到 1 号宾馆，一辆开到 2 号宾馆，在第 7 号宾馆安排 33 座的 1 车辆，开到第 1 号宾馆。租用客车费用为 2200 元，总费用为 8300 元。

6 代表满意度分析

由于我们预测的是以以往四届会议确定的，但代表是否来开会是一个随机数，若出现预订客房数量不足，则将造成非常被动的局面，引起代表的不满。所以，考虑代表的满意程度是十分必要的。

设随机变量

$$\varepsilon_i=\begin{cases}0 & \text{表示第}i\text{个发来回执但未与会的代表}\\ 1 & \text{表示第}i\text{个发来回执与会的代表}\end{cases}$$

显然随机变量 ε_i 服从两点分布，即

$$P(\varepsilon_i=1)=0.7,\quad P(\varepsilon_i=0)=0.3。$$

令 $\gamma=\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i$，则 γ 表示发来回执与会的代表人数，则 γ 服从二项分布。设预计的总人数为 N_x,根据中心极限定限，令

$$P(\gamma<N)=P(\frac{\gamma-0.7\times755}{\sqrt{0.7\times755\times0.3}}<\frac{N_x-0.7\times755}{\sqrt{0.7\times755\times0.3}})=99\%$$

查表得 $N_x=691$，表示有 99% 的可能性代表人数小于 691，而我们只安排了 661，所以我们定义代表的满意度为 95%。

假如我们安排 691 人，则满意相当高，这时最少要 5 加宾馆，相应的住房方案如下：

表 7　选 5 间宾馆被预定的客房数量和入住人数

宾馆代号	级别	客房数	合住的房数	独住的房数	人数	宾馆总人数
①	2	50	50	0	100	260
	3	30	30	0	60	
	5	30	30	0	60	
	6	20	20	0	40	
②	1	85	11	74	96	197
	2	65	36	29	101	

⑤	1	70	46	24	116	196
	2	40	40	0	80	
⑥	2	40	40	0	80	226
	3	30	24	6	54	
	4	16	16	0	32	
	5	30	30	0	60	
⑦	1	50	50	0	100	240
	4	40	40	0	80	
	6	30	30	0	60	

由上表可知，当安排 691 人入住时，本届的最优方案为：与会代表有 260 人被安排在第①号宾馆，有 197 人被安排在在第②号宾馆，有 196 人被安排在第⑤号宾馆，有 226 人被安排在第⑥号宾馆，
有 224 人被安排在第⑦号宾馆。

8 模型优缺点及推广

对于预订宾馆客房的问题，我们从三个方面考虑，1.尽量满足代表在价位等方面的需求。2.所选择的宾馆数量尽可能少。3.距离上比较靠近。应用两个方法来衡量宾馆的集中程度，这两种方法都有合理性，基于这两种方法所建的两个模型也是比较合理的，而且两个模型的最终结果一样。

对于建立的租借会议室和租用客车综合的数学模型，其形式比较复杂，难于求解，这里只给出了一种近似算法。

对于此类问题的推广可以推广到所有的点集中性问题。

我们假设的是六个分组会议同时开，根据生活实际会议时间长短，一个会议室上午或下午可以安排两次会议，对于此问题可以借助图论中的出度和入度的概念思考解决。每个宾馆的人都有六分之一的可能到某个会议开上午的第一个会，开完第一个会后的人又有六分之一的可能到另外的某个会议开会，这样人的流动性更大，对车辆的安排就更复杂了。在此题的基础上，再用图论中的入度和出度的模型可以解决此类问题。

9 参考文献

[1] 姜启源、谢金星、叶俊. 数学模型[M]. 北京：高等教育出版社，2003
[2] 谢金星、薛毅. 优化建模与 LINDO/LINGO 软件[M]. 北京：清华大学出版社，2005
[3] 茆诗松等.概率论与数理统计教程[M].北京：高等教育出版设，2004.7
[4] 边馥萍等.数学模型方法与算法[M].北京：高等教育出版社，2005.4
[5] 钱颂迪等. 运筹学[M]. 北京：清华大学出版社，1997

部分程序如下：

```
sets:
a/1..10/:p;
b/1..6/:mn;
aa(a,a):d;
ab(a,b):x,c,y;
endsets
data:
c=
```

0	50	30	0	30	20
85	65	0	0	0	0
50	24	0	27	0	0
50	45	0	0	0	0
70	40	0	0	0	0
0	40	30	40	30	0
50	0	0	40	0	30
40	40	0	0	45	0
0	0	30	0	0	60
0	0	100	0	0	0

```
;
d=
```

0	150	900	650	600	600	300	500	650	1300
150	0	750	500	750	750	450	650	800	1450
900	750	0	250	1500	1500	1200	1000	1150	2200
650	500	250	0	1250	1250	950	1150	1300	1950
600	750	1500	1250	0	600	300	500	650	1300
600	750	1500	1250	600	0	300	500	350	700
300	450	1200	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	2200	1950	1300	700	1000	1200	1050	0

```
;
mn=
```

102	67	22	145	84	53

```
;
enddata
min=@sum(a:p);
!min=@sum(aa(i,j):d(i,j)*p(i)*p(j));

@for(a(i):@bin(p(i)));
@for(ab(i,j):x(i,j)<c(i,j)*p(i));
@sum(a(i):x(i,1)-y(i,1))>mn(1);
@sum(a(i):x(i,2)-y(i,2))>mn(2);
```

```
@sum(a(i):x(i,3)-y(i,3))>mn(3);
@sum(a(i):y(i,1)+x(i,4))>mn(4);
@sum(a(i):y(i,2)+x(i,5))>mn(5);
@sum(a(i):y(i,3)+x(i,6))>mn(6);
@for(ab:@gin(x));
@for(ab:@gin(y));

sets:
aa/1..10/:d,p;
bb/1..6/:b;
links(aa,bb):x,c;
endsets
data:
c=
```

0	50	30	0	30	20
85	65	0	0	0	0
50	24	0	27	0	0
50	45	0	0	0	0
70	40	0	0	0	0
0	40	30	40	30	0
50	0	0	40	0	30
40	40	0	0	45	0
0	0	60	0	0	60
0	0	100	0	0	0

```
;
b=
```

102	67	22	145	84	53

```
;
d=
300 450 1200    950 300 300 0    200 350 1000
;
enddata
!min=@sum(aa(i):d(i)*p(i));
min=@sum(aa(i):p(i));
@for(aa(i):x(i,1)<=c(i,1));
@for(aa(i):x(i,2)<=c(i,2));
@for(aa(i):x(i,3)<=c(i,3));
@for(aa(i):x(i,4)<=c(i,4)+c(i,1)-x(i,1));
@for(aa(i):x(i,5)<=c(i,5)+c(i,2)-x(i,2));
@for(aa(i):x(i,6)<=c(i,6)+c(i,3)-x(i,3));
@for(bb(j):@sum(aa(i):x(i,j)*p(i))>=b(j));
@for(aa(i):@bin(p(i)));
@for(links(i,j):@gin(x(i,j)))
```