浙江大学

题目： 社团面试安排优化问题

报告撰写： 王璐茜、梁志烜、项吟沨、朱声泰、黄炯睿

指导教师： 谈之奕

社团面试安排优化问题

摘要

本文针对社会生活中常见的面试安排问题，立足于所在学校某社团的支教学生面试安排实例，进行了优化建模并求解。该模型研究了在参与者空闲时间段，参与者的第一志愿和第二志愿等因素给定的条件下，使得参与者志愿尽可能满足，面试场数最少以及不同时间段尽量均匀的面试场次安排。

该模型巧妙地利用了整数规划中 0-1 变量的设置技巧，将实际问题中的条件尽可能表述成线性关系，从而通过 Lingo 软件解得了全局最优解。并最终给出了 71 个场次的面试安排，且其中只有 2 场次（共计 4 个人）的面试安排不符合他们的第一志愿，其余的 69 场面试安排所有参与者的第一志愿都相同，圆满地解决了面试安排问题。

在此基础上，本模型利用遗传算法对第一阶段已优化的面试安排进行调整，在不改变原始场次安排的情况下，考虑面试者的第二志愿情况，对可调整的人员进行调整，并最终得到了总计第二志愿偏移量为 91 的最优规划。

关键词：面试安排　整数规划　主要目标法　强 Pareto 最优　遗传算法

一、问题重述

在日常生活中，我们常常会遇到有关时间的人员安排问题，如教师授课、工人排班、面试者分配等，有效并准确地对已知人员数据进行处理，可以使得安排的结果达到预期目标。如果不能将涉及的多因素纳入考量范围，往往会忽略其他条件，更多地着眼于时间因素，以求满足最低要求。但在实际中，通过粗略处理得到的安排常常会导致其他成本的增加，如场地、负责人力、安排满意度等。

以其中的面试问题为例，对各面试者来说，主办方应仅要求其参加一场面试，否则对双方都增加了时间与物力成本。同时，主办方也需要考虑面试者志愿与该场面试主题的契合度条件，否则设定志愿与主题便没有意义。再者，主办方也有人力物力的成本要求，在满足其他条件的安排中，总场次少且同一时间段需要借用的地点数少更符合实际目标。

试建立数学模型，解决下述问题。

某社团将在假期进行支教活动，面向全校同学招募志愿者，欲在周末统一安排面试。可安排的时间段分为周六上午、下午、晚上与周日上午、下午、晚上共 6 个时间段，支教目的地共有 6 个（B,G,P,Q,S,Y）。每个志愿者可在该 6 个时间段中任意选择 1~6 个自己有空的时间段，并由社团安排在其中的一个时间段参加面试，可选择任意 2 个不同的支教目的地分别作为自己的第一、二志愿，若只选择一个目的地则默认为第一志愿。

在满足志愿者可参加时间段与志愿目的地要求的基础上，该社团还需要考虑安排面试场次与地点所要求的人力与物力成本。

根据已知统计数据，将报名的志愿者进行面试时间与地点的安排，并满足如下要求。

1） 每个志愿者在自己选择的空闲时间段内只安排一次面试。

2） 每场面试人数不少于 3 人，不超过 7 人。

3） 尽可能使得每场参加面试的志愿者的目的地相同。

4） 面试总场次尽可能少。

5） 每个时间段安排的面试场次尽可能均匀。

二、问题分析

在本问题中，每个志愿者只进行一场面试与每场面试的人数规定是面试安排必须满足的要求，而在此基础之上，尽可能实现每场目的地相同、总场次少与每个时间段场次均匀的目标。为简单起见，我们可以先对面试者的第一志愿架构相应的多目标规划模型，待得到可行解后，再构建新的考虑面试者第二志愿的数学模型，求得可行解中的最优解。

步骤一

我们考虑使用主要目标法求解第一步的多目标规划模型。考虑到社团的实际需求，即社团希望面试安排能优先满足同一场次内被面试者的第一志愿尽可能相同。因此我们选择志愿条件为主要目标，进而需要将场次安排尽量少，与场次安排均匀的两个弱目标适当放宽而放入限制中。因此我们应当先求解在没有志愿约束的条件下，两个弱目标的最优解。

进而在求解的基础上，加入面试者志愿的考量。我们另外构造了面试者的第一志愿选择矩阵（0-1 矩阵），进而利用 0-1 变量的不等式约束，描述每场面试安排的志愿偏离程度，再将步骤一所得结果适当放宽后放入约束条件中求解，在该函数达到极值时的面试安排即为当前最优解。

步骤二

显见地，步骤一所得的解是不唯一的。因此在步骤一的优化安排基础上，我们重新构造面试者的第二志愿偏移矩阵,(没有第二志愿的,我们认为服从调剂)，进而利用遗传算法对当前规划进行调整，使得他们的偏移量和最小，调整后的最终结果即为全局最优解。

三、模型假设

1. 所有志愿者提交志愿和面试时间后，将不再更改。

2. 同一时间段面试的场次有限且各个时间段所能面试的最大场次数相同。

3. 没有第二志愿的面试者，服从调剂。

四、符号说明

a_{ij}	第 i 个志愿者在第 j 个时间段是否有空
m_{ijk}	第 i 个志愿者是否安排在第 j 个时间段第 k 场面试
w_{jk}	第 j 个时间段第 k 场面试是否举行
b_{il}	第 i 个志愿者是否以地点 l 作为第一志愿
d_{jkl}	第 j 个时间段第 k 场面试是否有志愿者第一志愿为 l
n	志愿者数
c	支教地点数
m	所有可选时间段数
N	同一时间段所能安排的最大面试场数
s_j	第 j 个时间段开展的面试场数
s	总面试场数
S^2	各时间段面试场数的方差
A_{il}	第二志愿偏移矩阵, 所附权值见下文
p_{jk}	第 j 个时间段第 k 场的第二志愿偏移量

五、模型建立

（一）第一志愿的数学规划模型

$$a_{ij}=\begin{cases}1, & \text{第}i\text{个志愿者在第}j\text{个时间段有空}\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

$$m_{ijk}=\begin{cases}1, & \text{第}i\text{个志愿者参加第}j\text{个时间段第}k\text{场面试}\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

$$w_{jk}=\begin{cases}1, & \text{举行第}j\text{个时间段第}k\text{场面试}\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

$$b_{il}=\begin{cases}1, & \text{第}i\text{个志愿者以}l\text{为第一志愿}\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

$$d_{jkl}=\begin{cases}1, & 第j时间段第k场面试有志愿者第一志愿为l\\0, & 其他\end{cases}$$

所有志愿者只参加一场面试，即对所有可能的面试求和，志愿者参加且只参加其中一场：

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}m_{ijk}=1 \qquad i=1,2,......,n;$$

每个志愿者均只在自己有空的时间段面试，

$$\sum_{k=1}^{N}m_{ijk}\le a_{ij} \qquad i=1,2,......n, \qquad j=1,2,......m;$$

每场面试人数在 3~7 之间。两边乘以w_{jk}是因为当且仅当第 k 场面试开展，才会有人数在 3~7 之间的要求，否则人数为 0

$$3w_{jk}\le\sum_{i=1}^{n}m_{ijk}\le 7w_{jk} \qquad j=1,2,......m, \qquad k=1,2,......N$$

以上 3 式为面试安排所必须满足的约束，现在解决使每个时间段面试时间尽量均匀、面试总场数尽量少和志愿尽量相同的问题。为此，先表示每个时间段面试场数。

第 j 个时间段最多能开展 N 场面试。如前所述，若第 k 场面试开展，则相应的 0-1 变量取 1，否则取 0，故第 j 个时间段开展面试的场数为

$$s_j=\sum_{k=1}^{N}w_{jk}$$

开展总的面试场数为各时间段面试场数求和，即

$$s=\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}w_{jk}$$

用各时间段面试的场数的方差来表征各时间段面试场数的均匀程度

$$S^2=\frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m}\ (s_j-\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}s_j)^2$$

该步骤中我们只考虑志愿者的第一志愿，我们引入变量b_{il}反映志愿者 i 的志愿信息。为了衡量志愿的一致性，引入变量d_{jkl}，用来表征每场面试志愿者们志愿的一致性。可以想象，当一场中志愿者们志愿越集中，则这场面试志愿种类越

少。我们的目标是志愿尽可能相同，即每场志愿种类尽量少。考虑到全局的最优性，我们的目标是所有场次面试志愿种类求和最小。第 j 个时间段第 k 场面试中志愿种类数为

$$\sum_{l=1}^{c} d_{jkl}$$

当上式取得最小值 1 时，这场面试所有人第一志愿均相同。而取得最大值时，志愿差异性就较大，我们的目标是使下式取得最小值

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}\sum_{l=1}^{c} d_{jkl}$$

为此，我们需要确定d_{jkl}需要满足的条件。显然d_{jkl}取 1 当且仅当第 j 时间段第 k 场有志愿者的第一志愿为 l，即$\exists m_{ijk}=1$且$b_{il}=1$，用不等式可以表示为：

$$d_{jkl} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk}\, b_{il} \le n d_{jkl} \qquad j=1,2,\ldots\ldots m,\ k=1,2,\ldots\ldots N,\ l=1,2,\ldots\ldots c$$

因此规划为：

$$\left\{\begin{array}{lll}
\min & \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}\sum_{l=1}^{c} d_{jkl} & \\
\min & s=\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} w_{jk} & \\
\min & S^2=\frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m}\left(s_j-\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} s_j\right)^2 & \\
s.t. & \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} m_{ijk}=1 & i=1,2,\ldots\ldots,n; \\
 & \sum_{k=1}^{N} m_{ijk} \le a_{ij} & i=1,2,\ldots\ldots n,\ j=1,2,\ldots\ldots m; \\
 & 3w_{jk} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk} \le 7w_{jk} & j=1,2,\ldots\ldots m,\ k=1,2,\ldots\ldots N; \\
 & d_{jkl} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk}\, b_{il} \le n d_{jkl} & j=1,2,\ldots\ldots m,\ k=1,2,\ldots\ldots N,\ l=1,2,\ldots\ldots c
\end{array}\right.$$

其中$a_{ij}, m_{ijk}, w_{jk}, b_{il}, d_{jkl}$均为$0-1$变量

（二）第二志愿的优化调整模型

第一志愿是强条件，而第二志愿是弱条件，我们所得到的解已经尽可能满足第一志愿。若因第二志愿的调整而改变了现有解中第一志愿的所在场次，则牺牲了第一志愿优先原则。所以在现有解基础上，不改变每场每人的第一志愿安排，调整第二志愿使其达到局部最优。

定义志愿矩阵 $A_{491\times 6}$

$$A_{il}=\begin{cases}100 & l\text{是第}i\text{个人的第一志愿}\\0 & l\text{是第}i\text{个人的第二志愿}\\1 & l\text{不是第}i\text{个人的第一或第二志愿}\end{cases}$$

若该面试者只有一志愿而没有二志愿则定义

$$A_{il}=\begin{cases}100 & l\text{是第}i\text{个人的第一志愿}\\0 & l\text{不是第}i\text{个人的第一志愿}\end{cases}$$

其中，l 为 6 个志愿对应的数值，分别为 B=1，G=2，P=3，Q=4，S=5，Y=6。

定义每一场的志愿偏移量

$$p_{jk}=\min_{1\le t\le 6}\sum_{i=1}^{n}A_{it}$$

其中 p_{jk} 表示第 j 个时间段的第 k 场，n 为该场的总人数。

由于使用了 min 函数，且第一志愿被赋值为 100，便消除了第一志愿在志愿矩阵求和中的影响。

六、模型求解

（一）求解第一志愿的数学规划

由于该问题为多目标规划，我们运用了主要目标法来对于该问题进行求解。按照题目要求，我们将志愿集中设置为模型求解中的主要目标。对于场次最少选定一定界限值，使多目标问题转换为一个单目标规划问题。该问题所得解应该是弱 Pareto 最优解。

1、求解 $min\ s=\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}w_{jk}$获得界限值

在不考虑志愿和场次平均下仅对于场次最少这一要求做规划，此时的约束条件如下：

$$
s.t.\quad \begin{cases}
\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} = 1 & i=1,2,\ldots\ldots,n; \\
\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} \le a_{ij} & i=1,2,\ldots\ldots,n,\quad j=1,2,\ldots\ldots m; \\
3w_{jk} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk} \le 7w_{jk} & j=1,2,\ldots\ldots m,\quad k=1,2,\ldots\ldots N \\
a_{ij}, m_{ijk}, w_{jk}\text{为 }0-1\text{ 变量}
\end{cases}
$$

利用 lingo 的线性规划功能可以解出 s 的最小整数解为 71。

这里需要特别说明的是，在我们的求解过程中，之所以忽略掉场次平均的目标。是因为该具体问题中所给数据在时间的空闲情况上本身就是不均匀的。有统计结果如下：

	六上	六下	六晚	七上	七上	七晚
该时间段有空人数（按重复记）	196	202	277	234	241	200

注意到六晚的有空人数明显高于其他组，可以推测“六晚”这个时间段的场次可能是最多的，事实上最后的面试场次优化安排也映证了这一点。所以我们认为在这里加入场次均匀约束不仅不会使得场次安排更优，而且还会导致不必要的麻烦。比如面试官与被面试者的时间空余情况往往是同分布的。

并且考虑到每个时间段实际安排的场次数都未超过 15 场，因此放宽这条约束不会导致明显的不均匀，所以在求解时我们没有考虑场次尽量平均这一约束。

当然，如果要将该模型推广到其他类似问题，那么需要添加方差的约束条件，应将上述数学规划改写成以下规划进行分析与求解：

$$
min \qquad s = \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} w_{jk}
$$

$$
min \qquad S^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m} (s_j - \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} s_j)^2
$$

$$
s.t.\begin{cases}
\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} = 1 & i=1,2,\ldots\ldots,n; \\
\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} \le a_{ij} & i=1,2,\ldots\ldots n,\quad j=1,2,\ldots\ldots m; \\
3w_{jk} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk} \le 7w_{jk} & j=1,2,\ldots\ldots m,\quad k=1,2,\ldots\ldots N \\
a_{ij},\ m_{ijk},\ w_{jk},\ b_{il},\ d_{jkl} \text{ 均为 0-1 变量}
\end{cases}
$$

2、求解 $min\ \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N}\sum_{l=1}^{c} d_{jkl}$

我们对第一步所得的场次结果做适当的放宽，划定其可接受的上界为 80。此时增加约束条件，将多目标问题转化为单目标规划：

$$
s.t.\begin{cases}
\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} = 1 & i=1,2,\ldots\ldots,n; \\
\sum_{k=1}^{N} m_{ijk} \le a_{ij} & i=1,2,\ldots\ldots n,\quad j=1,2,\ldots\ldots m; \\
3w_{jk} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk} \le 7w_{jk} & j=1,2,\ldots\ldots m,\quad k=1,2,\ldots\ldots N \\
d_{jkl} \le \sum_{i=1}^{n} m_{ijk}\, b_{il} \le n d_{jkl} & j=1,2,\ldots\ldots m, k=1,2,\ldots\ldots N, l=1,2,\ldots\ldots c \\
s = \sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{N} w_{jk} \le 80 & \\
a_{ij}, m_{ijk}, w_{jk}, b_{il}, d_{jkl}\text{为 } 0-1 \text{ 变量}
\end{cases}
$$

此时用 lingo 求解，可得到最优的偏移目标解为 73，在此最小偏移量下的场次总数恰为 71，是最场次最少的情况，因此可以认为这个解为当前最优解。即在所有排班中只有两个场次有不同的志愿，其他场次均符合面试者的第一志愿。

（二）利用遗传算法对所得解进行第二志愿的调整

如上文所述，步骤一所得的最优解并不唯一，我们基于面试者的志愿选择重新构造他们的偏移矩阵，然后遍历现有的 71 个场次，每一场对每个人遍历，将

待交换对象记为 x_1，所在场志愿偏移量为 p_{j1k1}，再次遍历不属于该场的每个人，记为 x_2，所在场志愿偏移量为 p_{j2k2}。若 x_1 与 x_2 的第一志愿相同，且两人都在第 j_1 和 j_2 时间段可参加面试，则将两人交换时间安排，重新计算 p_{j1k1} 与 p_{j2k2}。若 $p_{j1k1}+p_{j2k2}$ 减小，则保留该交换状态，否则仍保持两人原来的时间安排不变。

已知现有解中有 2 场出现了 2 个不同的第一志愿，其中每场有 2 人与该场主志愿不同，所以在保留第一志愿安排的基础上，必有 4 人第一志愿安排不能被满足。为了消除这 4 人的第一志愿被赋值为 100 对主志愿与其不同的场次的影响，若交换后第 i 个人所在场次主志愿与其第一志愿不同，改为$A_{il}=0$，其中 l 为第 i 个人的第一志愿。在这种情况下，第 i 个人的第一志愿与第二志愿在该场中的重要度相同。在完成一次交换计算后，需要重新将对应的A_{il}赋值为 100，避免对后续计算的影响。

求解结果：面试场次安排表（注表中所用序号为重新编号结果，对应情况见附件）

每个场次对应三列，第一列为本场面试主志愿，第二列为面试者的序号（重新编号），第三列为该面试者的第一志愿，第四列为该面试者的第二志愿。

场次	六上（13 场）				六下（7 场）				六晚（15 场）			
1	S	333	S	Y	G	165	G	S	S	203	S	G
		343	S	Y		372	G	S		479	S	G
		486	S	Y		136	G	S		422	S	G
		386	S	Y		325	G	S		43	S	B
		420	S	Y		356	G	S		309	S	B
		439	S	Q		447	G	S		252	S	G
		467	S	B		353	G	S		258	S	G
2	Y	127	Y	P	G	112	G	Y	Y	231	Y	P
		167	Y	P		52	G	Y		122	Y	P
		200	Y	P		478	G	Y		138	Y	P
		234	Y	P		418	G	Y		145	Y	P
		435	Y	B		126	G	Y		177	Y	P
		271	Y	P		399	G	Y		289	Y	P
		283	Y	B		215	G	Y		376	Y	P
3	P	428	P	S	G	284	G	Q	Y	36	Y	B
		236	P	S		137	G	Q		184	Y	G
		279	P	B		402	G	Q		314	Y	B
		95	P	B		73	G	Q		144	Y	G
		401	P	S		186	G	Q		316	Y	G
		446	P	S		38	G	-		338	Y	G

		480	P	Y		470	G	Q		239	Y	G
4	Q	5	Q	G	G	59	G	S	Q	442	Q	P
		485	Q	G		114	G	P		164	Q	P
		98	Q	G		197	G	S		379	Q	P
		281	Q	G		210	G	Y		237	Q	P
		329	Q	G		331	G	S		476	Q	P
		229	Q	G		364	G	S		301	Q	P
		337	Q	G		369	G	S		380	Q	P
5	Y	4	Y	Q	P	31	P	Y	P	30	P	Y
		79	Y	P		224	P	Y		67	P	Q
		267	Y	G		292	P	Y		124	P	Y
		288	Y	G		287	P	Q		156	P	Y
		390	Y	P		315	P	B		166	P	S
		414	Y	P		320	P	Y		323	P	Y
		426	Y	P		404	P	Y		345	P	S
6	Q	8	Q	Y	G	57	G	Y	Y	363	Y	Q
		6	Q	Y		385	G	P		49	Y	Q
		377	Q	Y		245	G	S		174	Y	Q
		484	Q	Y		300	G	S		65	Y	Q
		202	Q	Y		308	G	S		90	Y	Q
		240	Q	Y		366	G	Y		371	Y	Q
		235	Q	Y		463	G	S		359	Y	Q
7	Q	253	Q	S	B	42	B	-	B	7	B	Y
		201	Q	S		21	B	P		74	B	Y
		60	Q	S		342	B	P		37	B	Y
		328	Q	S		336	B	-		72	B	Q
		464	Q	S		341	B	-		133	B	Y
		311	Q	S		384	B	-		430	B	-
		375	Q	S						433	B	-
8	S	44	S	G					Q	1	Q	G
		139	S	G						332	Q	G
		204	S	G						208	Q	G
		261	S	G						327	Q	G
		48	S	G						207	Q	P
		424	S	G						392	Q	-
		432	S	G						482	Q	G
9	S	17	S	G					S	134	S	P
		105	S	G						148	S	P
		111	S	G						299	S	-
		313	S	G						346	S	P
		381	S	G						352	S	P
		150	S	P						91	S	-
		441	S	G						158	S	-

10	Y	9	Y	-					Q	153	Q	-
		40	Y	Q						85	Q	-
		55	Y	P						173	Q	G
		110	Y	G						18	Q	Y
		131	Y	P						290	Q	G
		172	Y	P						304	Q	G
		389	Y	P						411	Q	-
11	Q	130	Q	-					G	176	G	S
		272	Q	-						475	G	S
		378	Q	-						334	G	S
		449	Q	Y						373	G	S
		466	Q	Y						266	G	S
		474	Q	Y						450	G	S
		487	Q	Y						460	G	S
12	G	222	G	S					Y	183	Y	P
		248	G	P						206	Y	P
		254	G	P						227	Y	S
		282	G	S						303	Y	P
		296	G	Y						22	Y	-
		429	G	S						465	Y	-
		434	G	S						458	Y	P
13	P	241	P	Q					S	34	S	Y
		157	P	Q						141	S	Y
		406	P	Q						421	S	Y
		159	P	Q						277	S	-
		459	P	Y						143	S	Y
		477	P	B						400	S	Y
										233	S	Y
14									G	35	G	B
										249	G	B
										205	G	B
										211	G	P
										256	G	B
										415	G	B
										452	G	Q
15									S	88	S	Q
										368	S	Q
										230	S	Q
										251	S	Q
										383	S	Q
										412	S	-
										103	S	-

（续表）

场次	七上（10 场）				七下（13 场）				七晚（13 场）			
1	Y	29	Y	P	Q	119	Q	G	Q	41	Q	Y
		101	Y	P		293	Q	G		77	Q	Y
		132	Y	P		285	Q	G		125	Q	Y
		92	Y	P		298	Q	G		335	Q	Y
		263	Y	P		317	Q	G		270	Q	Y
		306	Y	P		196	Q	G		294	Q	Y
		226	Y	P		413	Q	G		97	Q	S
2	P	109	P	Y	Y	39	Y	P	S	15	S	Y
		146	P	Y		89	Y	G		26	S	Y
		262	P	Y		257	Y	P		362	S	Y
		318	P	B		269	Y	P		232	S	Y
		387	P	Y		297	Y	P		189	S	Y
		416	P	Y		350	Y	P		225	S	-
		489	P	Y		407	Y	G		118	S	Q
3	G	16	G	S	Y	24	Y	S	Y	116	Y	P
		86	G	S		14	Y	S		405	Y	P
		286	G	S		61	Y	S		198	Y	P
		32	G	S		193	Y	S		199	Y	G
		213	G	S		87	Y	S		330	Y	P
		27	G	S		319	Y	S		365	Y	P
		419	G	S		472	Y	S		455	Y	P
4	B	268	B	S	**Y、Q**	66	Y	P	S	142	S	G
		168	B	P		96	Q	P		128	S	G
		185	B	S		46	Q	P		339	S	G
		191	B	S		278	Y	P		274	S	G
		238	B	S		312	Y	G		370	S	G
		152	B	-		436	Y	P		403	S	Q
		394	B	G		468	Y	P		454	S	G
5	Y	147	Y	P	G	108	G	Y	Y	212	Y	S
		171	Y	S		19	G	Y		180	Y	G
		190	Y	P		250	G	Y		228	Y	S
		221	Y	P		246	G	Y		276	Y	S
		326	Y	P		260	G	Y		322	Y	S
		440	Y	P		348	G	S		340	Y	S
		491	Y	P		56	G	Y		154	Y	Q
6	P	54	P	Y	P	25	P	Y	P	93	P	Y
		100	P	Y		47	P	Y		104	P	B
		220	P	Q		78	P	Y		149	P	Y
		242	P	Q		243	P	S		163	P	Y
		354	P	Y		259	P	B		247	P	Y

		391	P	Y		344	P	Y		427	P	Y
		444	P	Y		483	P	Y		438	P	Y
7	Y	175	Y	Q	G	62	G	Q	**Y、S**	135	Y	G
		195	Y	P		223	G	Q		129	Y	Q
		214	Y	Q		80	G	Q		244	Y	P
		275	Y	P		10	G	Q		255	Y	P
		291	Y	P		456	G	Q		351	S	P
		423	Y	Q		265	G	Q		374	Y	P
		488	Y	P		82	G	Q		357	S	P
8	P	83	P	Y	Q	117	Q	S	G	20	G	Q
		121	P	B		120	Q	S		453	G	Q
		140	P	Y		473	Q	S		64	G	B
		218	P	S		216	Q	S		107	G	Q
		358	P	Y		113	Q	S		295	G	-
		397	P	Q		194	Q	S		361	G	P
		481	P	G		178	Q	-		396	G	Q
9	G	321	G	Y	S	347	S	Y	Q	50	Q	Y
		349	G	P		388	S	-		160	Q	G
		393	G	Y		273	S	-		12	Q	Y
		324	G	P		398	S	Y		179	Q	Y
		410	G	Y		461	S	Y		280	Q	Y
		68	G	B		462	S	G		305	Q	P
		75	G	P		490	S	Y		417	Q	P
10	Y	2	Y	G	Q	471	Q	P	P	28	P	Q
		106	Y	P		76	Q	Y		33	P	Y
		161	Y	S		310	Q	P		63	P	G
		209	Y	G		155	Q	P		84	P	S
		307	Y	P		162	Q	P		169	P	Y
		425	Y	P		367	Q	-		187	P	Y
		443	Y	P		51	Q	P		219	P	B
11					S	23	S	G	G	58	G	Y
						151	S	G		69	G	Y
						181	S	G		99	G	Y
						53	S	G		170	G	Y
						382	S	G		360	G	Y
						437	S	G		445	G	-
						451	S	G		94	G	Y
12					S	3	S	P	S	70	S	B
						102	S	Q		115	S	G
						217	S	-		188	S	G
						264	S	P		192	S	G
						395	S	G		11	S	B
						409	S	P		355	S	G

						457	S	Q		408	S	G
13					B	123	B	-	B	13	B	Y
						182	B	P		45	B	S
						448	B	P		469	B	Y
						71	B	Q		81	B	Y
										302	B	Y
										431	B	-
14												
15												

七、模型评价

（一）模型优点：

本模型较好地处理了第一第二志愿的关系，将第一志愿看作最重要的条件并在此基础上进行第二志愿的调整。因此，该模型能推广用于处理多志愿的筛选问题。且本模型能够合理解决场次最少和志愿最优的多目标规划并产生场次较为均匀的安排方案。

（二）模型缺点：

1. 进行第二志愿调整时，定义的志愿矩阵与志愿偏移量方便计算，但是与第一志愿所定义的最优目标不同。如果某一场中出现了 k 个相同的第二志愿，但并不是该场第二志愿的主志愿，则会在偏移量中重复计算得到 k，而不是 1。这样就无法比较在某一场中出现多个第二志愿时，次要志愿是否尽可能相同，但能保证所得解一定不会比某一场中次要志愿各不相同差。

2. 对于场次的平均约束使用了方差，会产生一个非线性规划，不利于大数据下模型的求解。

附录

1、无其余约束条件场次最优 Lingo12 源代码”part1.lg4”

```
model:
sets:
maxarrange/1..15/;
people/1..491/;
day/1..6/;
link1(day,maxarrange):w;
link2(people,day,maxarrange):m;
crucial(people,day):a;
endsets

Data:
a = @ole('E:\lingo work\renyuan1.xlsx','data1');
Enddata

min=@sum(link1(j,k):w(j,k));

!st as follow;
@for(people(i):(@sum(link1(j,k):m(i,j,k));)=1);
@for(link1(j,k):3*w(j,k)<=(@sum(people(i):m(i,j,k));));
@for(link1(j,k):7*w(j,k)>=(@sum(people(i):m(i,j,k));));
@for(crucial(i,j):(@sum(maxarrange(k):m(i,j,k));)<=a(i,j));
!0-1 variable;
@for(link1(i,j):@bin(w(i,j)));
@for(link2(i,j,k):@bin(m(i,j,k)));
end
```

2、加入志愿因素面试安排最优解 Lingo12 源代码”final.lg4”

```
model:
sets:
maxarrange/1..35/;
people/1..491/;
day/1..6/;
aspiration/1..6/;
link1(day,maxarrange):w;
link2(people,day,maxarrange):m;
link3(day,maxarrange,aspiration):b;
crucial(people,day):a;
another(people,aspiration):c;
endsets
```

```
Data:
a = @ole('E:\lingo work\renyuan1.xlsx','data1');
c = @ole('E:\Lingo work\renyuan1.xlsx','data2');
Enddata


min=@sum(link3(j,k,l):b(j,k,l));

s = @sum(link1(j,k):w(j,k));

!st as follow;
@for(link3(j,k,l):(@sum(people(i):m(i,j,k)*c(i,l));)<=491*b(j,k,l));
@for(link3(j,k,l):b(j,k,l)<=(@sum(people(i):m(i,j,k)*c(i,l));));

@for(people(i):(@sum(link1(j,k):m(i,j,k));)=1);
@for(link1(j,k):3*w(j,k)<=(@sum(people(i):m(i,j,k));));
@for(link1(j,k):7*w(j,k)>=(@sum(people(i):m(i,j,k));));
@for(crucial(i,j):(@sum(maxarrange(k):m(i,j,k));)<=a(i,j));
!0-1 variable;
@bnd(70,s,80);
@for(link1(i,j):@bin(w(i,j)));
@for(link2(i,j,k):@bin(m(i,j,k)));
@for(link3(j,k,l):@bin(b(j,k,l)));
end
```

3、遗传算法调整第二志愿（matlab 源码）” arrangement.m”

```
clc;
clear;

P=xlsread('人员安排.xlsx','L2:M492');%第一志愿结果安排表
A=xlsread('人员.xlsx','D2:I492');%原始数据excel表
[~,DC]=xlsread('人员.xlsx','B2:C492');
DD=zeros(491,2);  %将目的地转换成数字
DQ=zeros(491,6);  %将目的地转换成偏移量

for i=1:491
    for j=1:2
        if DC{i,j}(1)=='B'
            DD(i,j)=1;
        end
        if DC{i,j}(1)=='G'
            DD(i,j)=2;
        end
```

```
        if DC{i,j}(1)=='P'
            DD(i,j)=3;
        end
        if DC{i,j}(1)=='Q'
            DD(i,j)=4;
        end
        if DC{i,j}(1)=='S'
            DD(i,j)=5;
        end
        if DC{i,j}(1)=='Y'
            DD(i,j)=6;
        end
    end
end

for i=1:491
    for j=1:6
        if DD(i,1)==j
            DQ(i,j)=100;
        else
            if DD(i,2)==j
                DQ(i,j)=0;
            else
                if DD(i,2)==0
                    DQ(i,j)=0;
                else
                    DQ(i,j)=1;
                end
            end
        end
    end
end

B=zeros(64,6);
for i=1:64
    bvalue=i;
    for j=1:6
        if bvalue>2^(6-j)
            B(i,j)=1;
            bvalue=bvalue-2^(6-j);
        end
    end
end
```

```
IP=cell(491,2);
for i=1:491
   ht=A(i,1)*2^5+A(i,2)*2^4+A(i,3)*2^3+A(i,4)*2^2+A(i,5)*2+A(i,6)+1;
   IP{i,1}=ht;
   IP{i,2}=zeros(1,6);
   for j=1:6
       IP{i,2}(j)=DQ(i,j);
   end
end

T1=cell(35,6);
for i=1:35
    for j=1:6
        T1{i,j}=cell(1,2);
        T1{i,j}{1,1}=0;
        T1{i,j}{1,2}=cell(1,7);
        for k=1:7
            T1{i,j}{1,2}{1,k}=cell(1,2);
        end
    end
end

index=zeros(35,6);
for i=1:491
    t1=P(i,2);
    t2=P(i,1);
    T1{t1,t2}{1,1}=T1{t1,t2}{1,1}+1;
    index(t1,t2)=index(t1,t2)+1;
    T1{t1,t2}{1,2}{1,index(t1,t2)}{1,1}=i;
    T1{t1,t2}{1,2}{1,index(t1,t2)}{1,2}=IP{i,2};
end

T2=T1;
for i=1:6
    for j=1:35
        if T2{j,i}{1,1}==0
            for k=j:35
                if T2{k,i}{1,1}~=0
                    T2{j,i}=T2{k,i};
                    T2{k,i}{1,1}=0;
                    break;
                end
            end
        end
```

```
    end
end

%调整
temp=T2{1,1};
T2{1,1}=T2{13,1};
T2{13,1}=temp;

temp=T2{6,2};
T2{6,2}=T2{7,2};
T2{7,2}=temp;

temp=T2{11,5};
T2{11,5}=T2{13,5};
T2{13,5}=temp;

temp=T2{8,6};
T2{8,6}=T2{13,6};
T2{13,6}=temp;

C=zeros(15,6);
for i=1:15
    for j=1:6
        if T2{i,j}{1,1}>0
            min=10000;
            for k=1:6
                minsum=0;
                for x=1:T2{i,j}{1,1}
                    minsum=minsum+T2{i,j}{1,2}{1,x}{1,2}(k);
                end
                if minsum<min
                    min=minsum;
                end
            end
            C(i,j)=min;
        end
    end
end

Psum=0;
for i=1:15
    for j=1:6
        Psum=Psum+C(i,j);
    end
```

```
end
disp(Psum);


T3=T2;
for cnt=1:2
for i1=1:15
    for j1=1:6
        if T3{i1,j1}{1,1}>0
            for x1=1:T3{i1,j1}{1,1}
                cnt1=0;
                for x11=1:T3{i1,j1}{1,1}
                    if
DD(T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}{1,1},1)~=DD(T3{i1,j1}{1,2}{1,x11}{1,1},1)
                        cnt1=cnt1+1;
                    end
                end

                for k=1:6
                    if T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}{1,2}(k)==100
                        z1=k;
                    end
                end
                for i2=1:15
                    for j2=1:6
                        if ~(i2==i1&&j2==j1)&&T3{i2,j2}{1,1}>0
                            for x2=1:T3{i2,j2}{1,1}
                                cnt2=0;
                                for x12=1:T3{i2,j2}{1,1}
                                    if
DD(T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}{1,1},1)~=DD(T3{i2,j2}{1,2}{1,x12}{1,1},1)
                                    cnt2=cnt2+1;
                                    end
                                end

                                z=0;
                                for k=1:6
                                    if T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}{1,2}(k)==100
                                        z2=k;
                                    end
                                end
                                if z1==z2
                                    z=1;
                                end
```

```
                        time=0;
                        if
A(T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}{1,1},j2)==1&&A(T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}{1,1},j1)==
1
                            time=1;
                        end

                        if z==1&&time==1

                        if cnt1>2
                            T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}{1,2}(z1)=0;
                        end
                        if cnt2>2
                            T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}{1,2}(z2)=0;
                        end

                        temp=T3{i2,j2}{1,2}{1,x2};
                        T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}=T3{i1,j1}{1,2}{1,x1};
                        T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}=temp;

                        min1=10000;
                        for k=1:6
                            if k~=z1
                            minsum1=0;
                            for x=1:T3{i1,j1}{1,1}

minsum1=minsum1+T3{i1,j1}{1,2}{1,x}{1,2}(k);
                            end
                            if minsum1<min1
                                min1=minsum1;
                            end
                            end
                        end
                        min2=10000;
                        for k=1:6
                            if k~=z2
                            minsum2=0;
                            for x=1:T3{i2,j2}{1,1}

minsum2=minsum2+T3{i2,j2}{1,2}{1,x}{1,2}(k);
                            end
                            if minsum2<min2
                                min2=minsum2;
```

```
                        end
                    end
                end

                if cnt2>2
                    T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}{1,2}(z2)=100;
                end
                if cnt1>2
                    T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}{1,2}(z1)=100;
                end

                if min1+min2<C(i1,j1)+C(i2,j2)
                    C(i1,j1)=min1;
                    C(i2,j2)=min2;
                else
                    temp=T3{i2,j2}{1,2}{1,x2};

T3{i2,j2}{1,2}{1,x2}=T3{i1,j1}{1,2}{1,x1};
                    T3{i1,j1}{1,2}{1,x1}=temp;
                end
                end
            end
          end
        end
      end
    end
  end
 end
end
Psum1=0;
for i=1:15
    for j=1:6
        Psum1=Psum1+C(i,j);
    end
end
disp(Psum1);
end

Psum1=0;
for i=1:15
    for j=1:6
        Psum1=Psum1+C(i,j);
    end
end
```

```
disp(Psum1);


B2=cell(15,6);
for i=1:15
    for j=1:6
        B2{i,j}=cell(1,2);
        B2{i,j}{1,1}=T2{i,j}{1,1};
        B2{i,j}{1,2}=cell(7,2);
        for k=1:T2{i,j}{1,1}
            B2{i,j}{1,2}{k,1}=T2{i,j}{1,2}{1,k}{1,1};
            B2{i,j}{1,2}{k,2}=T2{i,j}{1,2}{1,k}{1,2};
        end
    end
end

B3=cell(15,6);
for i=1:15
    for j=1:6
        B3{i,j}=cell(1,2);
        B3{i,j}{1,1}=T3{i,j}{1,1};
        B3{i,j}{1,2}=cell(7,2);
        for k=1:T3{i,j}{1,1}
            B3{i,j}{1,2}{k,1}=T3{i,j}{1,2}{1,k}{1,1};
            B3{i,j}{1,2}{k,2}=T3{i,j}{1,2}{1,k}{1,2};
        end
    end
end


disp('end');
```

4、第一志愿 0-1 矩阵（见所附 excel 文件 final.xlsx-原始数据处理表）

5、人员对应面试场次（见所附 excel 文件 final.xlsx-安排方案表）

6、Lingo 求解报告（见附件）