

学号	姓名	院系	专业	邮箱	联系电话
1452002	金达	汽车学院	车辆工程	2672776820@qq.com	18217763992
1452025	孙宏伟	汽车学院	车辆工程	18217796695@163.com	18217796695
1452004	刘永铭	汽车学院	车辆工程	798556654@qq.com	18217796702

游乐园疏导与酒店预测

摘要：动态提醒与疏导方案旨在为每个项目的游客提供及时有效的信息，为每位游客带来最好的游玩体验，最大程度上优化游乐场的游客分布，增加游乐设施的利用率和减少游客的等待时间。其基本思想是通过各个景点的反馈数据，动态地建立为在项目等候的游客作出一个最优选择的一个决策算法机制。该模型逐步动态的改变游客的去向，分流游客，能有效帮助游乐园提高设施的利用率和减小拥堵发生的概率，减小游客等待时间。

皇冠假日酒店是游乐园内的酒店，目前已开业，为有需要的游客提供住宿便利。请根据该酒店历史预订数据信息,综合考虑影响房间预定量的主要因素(比如季节,工作日/周末,法定假日,暑期等)建立数学模型。并根据酒店2015年全年预定数据(附件2),预测2016年1月至3月每天预定房间数。

针对问题一：对于游客而言，游客在进入游乐园时，对游乐园的项目分布不了解，可能凭着自身的判断选择项目，或者随大流向同一个项目靠近，游客在某一个项目上浪费过多的时间，降低了游玩体验效果。

针对问题二：对于游乐场而言，游乐园可能在游客进园时为游客提供一条推荐的路线，但是如果大部分人都运用这条固定化的路线，也极易造成园区拥堵，不能很好地适应人流变化大的游乐园，所以游乐场需要解决如何合理地及时地分配人流。

针对问题三：通过观察2015年各类因素（季节,工作日/周末,法定假日,寒暑期等）在其中的分布，基于数据变点分析和不同因素下预订客房量的变化曲线拟合，得出客房预定量受各类因素影响的权重，然后进一步通过代数方程表达任意一天客房预定量的多少。依据代数方程和2016各影响因素分布情况，预测2016年1月至3月每天预定房间数。

关键字：游乐场 等候游客 人流变化 最优选择 因素分布 变点分析 权重

(第一问)

游乐园客流动态提醒与疏导方案

一. 问题分析

问题一分析：游客对项目分布不熟悉，游客会依赖于自身兴趣或者其他方面的信息作出对自身游玩路线的选择。游客应该及时听取游乐场方面给出的建议与规划。

问题二分析：游乐场要对人流做出动态的分配方案，需要接收来自各个项目反馈的信息，包括各个项目的当前等待人数，当前项目已经进行的时间，通过这些反馈数据，结合项目的地理位置等静态的数据计算出游客在当前时刻的最佳选择。

二. 模型假设

- (1) .不考虑每个项目轮换人的时间，项目按时刻表的时间准时开始；
- (2) .在各个道路上不考虑道路的通行能力的限制，即道路能畅通。
- (3) .鉴于游乐园面向青少年，假设每位游客在每条道路上行走的平均速度 1.5m/s ；
- (4) .假设每位游客游玩完一个项目后不再重复游玩该项目
- (5) .假设每个项目进行的时间与既定的时长相等，如表1

游乐项目	每场容纳游客数	每场持续时间
A	400	33分
B	30	1分15秒
C	50	2分30秒
D	30	2分30秒
E	100	5分
F	50	2分30秒
G	30	2分
H	30	1分30秒
I	20	1分30秒
J	50	2分

表1 每个项目安排时长

- (6) 不考虑恶劣天气因素，项目不因天气原因关闭。
- (7) 游客离开正在等待的项目，只前往与当前项目有道路连接的“相邻”项目。
- (8) 假设项目从开园时间起游客到位（达容量）后，按最近的时刻表上的时刻准时开始运行。
- (9) 假设游客在等候一个项目时知道自己所在等候队列里的大概位置即知道队伍前方的人数。

三. 模型建立

(1) . 变量说明

符号	含义	单位
d	项目间的距离	米 / m
Td	行走在道路的时间	秒/ s
Tp	项目进行一轮的时间	秒/s
Tw1	当前时刻至开始体验该项目要等待的时间	
Tw2	行走走到下个未玩项目等待时间	秒/s
Count	某个项目等待人数	1
W	前往下个项目到开始体验预计要付出的时间	秒/s

(2) 算法说明

对正在等候某个项目的游客的每个未游玩项目（只考虑这些项目与当前项目的唯一相通的道路，无直接的道路的项目间的距离设为无穷大）进行判断计算，计算出前往这些项目到开始体验项目所要付出的时间，与如果继续等待所需付出的时间进行对比判断。

1. 时间计算：

设某个未游玩项目为N（是否已经游玩由游客判断）：

●设每个项目游客在队列中的等待时间

$Tw1 = \lceil \text{某一项目等待的总人数} / \text{项目容纳人数} \rceil * \text{项目进行一轮的时间} T_p$;
(商取整)

$Tw2 = \text{下个项目到当前项目间的距离} d / \text{行走速度} V$;

① 当项目N处于开放状态时，即项目在园区开放时间内能继续进行：

▷若前往下个未体验项目，那么从现在时刻算起，游客可以开始体验项目所需的时间：

$Twj = Tw2 + \{ \text{当前下一个项目的排队人数} count' - \lceil [Tw2 - (\text{下一个项目的下一次运行时间} tp - \text{当前时刻})] / \text{下一个项目进行一轮所需的时间} tp * \text{下一个项目的容量} volume \rceil \} / \text{下一个项目的容量} volume * \text{下一个项目的一轮时间} tp$;

▷若继续等待，则所需时间为：

$Twj = Tw1 + \text{当前项目下一轮开始时刻} - \text{当前时刻}$;

（这些时刻和排队人数都可以实时监控得到数据）

② 当项目处于一天中还未开始运行的状态，即假设8中的情况：

这时的等待时间为 $Tw_j = \text{开始运行时刻} - \text{当前时刻} + Tw_1$ ；

2. 判断

如果 前往下个项目的的时间 < 当前项目继续等待的时间，则：
选择前往下一个项目；

否则：

选择继续在当前项目等待。

四. 模型实现方法与方案描述

（一）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	出入口
A	-	300	∞	∞	350	∞	∞	∞	∞	250	300
B		-	300	∞	350	∞	∞	∞	∞	∞	400
C			-	450	500	∞	∞	∞	∞	∞	∞
D				-	∞	500	∞	∞	∞	∞	∞
E					-	∞	550	∞	450	∞	∞
F						-	650	∞	∞	∞	∞
G							-	400	∞	∞	∞
H								-	450	∞	∞
I									-	350	∞
J										-	∞
出入口											-

表2 各个项目间的距离

由各个项目间的距离（表2）建立一个二维数组 $d[11][11]$ ，门口也视为一个项目，其容量为0，进行一轮的时间为0；

每个项目都有一个实时监控当前排队人数的属性，count代表这个属性的值，出入口的count=0；

游客仅需要在进入项目排队时才进行下一步动作的决策，游客在道路上行进期间、项目进行时均不做决策。

以秒为一个时间间隔。游乐园每天预计有10000人，如果每个游客都能体验完所有的项目，那么，分别计算每个项目每天需要运行的时间，如表3，游乐园每天至少开放时间为： $835/60=13.92h$. 设营业时间为14h；

项目	单位时间内游玩的游客数(人/min)	10000人游玩所需时间(min)
A	12.12	825
B	24	417.5
C	20	500
D	12	835
E	20	500
F	20	500
G	15	668
H	20	501
I	13.3	750
J	25	400

表3

项目容量数组Volume[11]=[400, 30, 50, 30, 100, 50, 30, 30, 20, 50, 0] (依次为A-J, 出入口)。

项目一轮时间数组

tp[11]=[1980, 75, 150, 150, 300, 150, 120, 90, 90, 120, 0]。

考虑一般情况，在所有项目均已开始接待游客的情况下：

根据算法，可以利用单片机接收来自各个项目的实时人数监控数据，计算出前往下个项目的时间与前项目继续等待的时间，并且根据判断机制为游客提供建议。

游乐园可以在每个项目的入口处安装一个LED显示板，用于实时显示当前排队总人数与系统通过计算作出的判断，为游客提供路线选择建议。

采用面向对象的思想，每个项目的静态属性有：

- A. 项目编号i;
- B. 每轮时间tp[i];
- C. 项目每轮容量volume[i];
- D. 项目与其他项目间的距离的d[i][j]; //j为其他项目的编号

∴基于C语言，编写如下的判断程序：

```

int i, j;           //当前处于第i个项目, 下个项目为j
Twil=counti/volume[i]*tp[i]+timetablei-timeNow;
                    //继续在当前项目等待的时间, timetablei表示既
                    //时刻表的下一次项目开始时刻
Char p[10]={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J};
Int tmin=Twil;
Int min=i;
For(j=0; j<11; j++)
{
    if(j!=i)
    {
        int t= d[i, j]/v
        Twi2=t+{countj-{t-(timetablej-
                    timenow)/tp[j]*volume[j]}}/volume[j]*tp[j]; //前往下个项目
                    付出的时间
    }
}
If(Tmin>Twi2)
    {Tmin=Twi2; min=j;}

```


由表 4 知 A 中大致有 1012 人，所以对于 A 项目中的第二批等待的游客（人数为 212 人），他们需要等待 66min，等待时间过长，需要疏导。与项目 A 临近的项目分别为项目 B、E、J，由算法可知项目 A 中可以有 92 人去项目 B，47 人去项目 E，73 人去项目 J。这时疏导后，各项目游客数如下：

项目	人数
A	800
B	168
C	127
D	76
E	300
F	127
G	76
H	76
I	50
J	200

表 5

该情况下，212 人往返时间加上在相应项目排队游玩的总时间为：

$$t_{\text{总}} = t_B + t_E + t_J ;$$

$$t_B = 14 * (2 * 300 / 90 + 2 * 1.25) + 30 * (2 * 300 / 90 + 3 * 1.25) + 30 * (2 * 300 / 90 + 4 * 1.25) + 18 * (2 * 300 / 90 + 5 * 1.25) ;$$

$$t_E = 47 * (2 * 350 / 90 + 2 * 5) ;$$

$$t_J = 23 * (2 * 250 / 90 + 2 * 2) + 50 * (2 * 250 / 90 + 3 * 2) ;$$

$$\therefore t_{\text{总}} = t_B + t_E + t_J = 2656.44 \text{min} ;$$

$$\text{平均时间为：} t = t_{\text{总}} / 212 = 12.53 \text{min} < 66 \text{min} \text{（即原等待时间）} ;$$

所以可以说明平均等待时间大大减少，可见疏导方案有效。

（第二问）

一、问题分析

一、确定预测目标

- (1) 预测目的：能够预测酒店每天预定房间数的发展变化趋势；
- (2) 预测对象：2016 年 1 月至 3 月每天预定房间数；
- (3) 预测时间：短期预测，根据酒店 2015 年全年的数据做短期预测；
- (4) 预测结果要求：预测往往涉及到许多方面的因素，因此在实际工作中要做到 100% 的准确是不现实的，一般要求准确性差异在 0%-15% 之间即可。

二、数据分析与建模影响因素

(1) 住店天数分析

从附件 2 中可以看到，总共有 6149 条记录。下面对酒店的顾客住店天数进行研究，力求从中发现顾客的住店规律，首先将数据按住店天数进行统计，然后绘制其条形图(如图 2)，并将数据按（入住日期-预订日期）进行统计，然后绘制其条形图(如图 3)，分析规律。

游客住店天数分布表

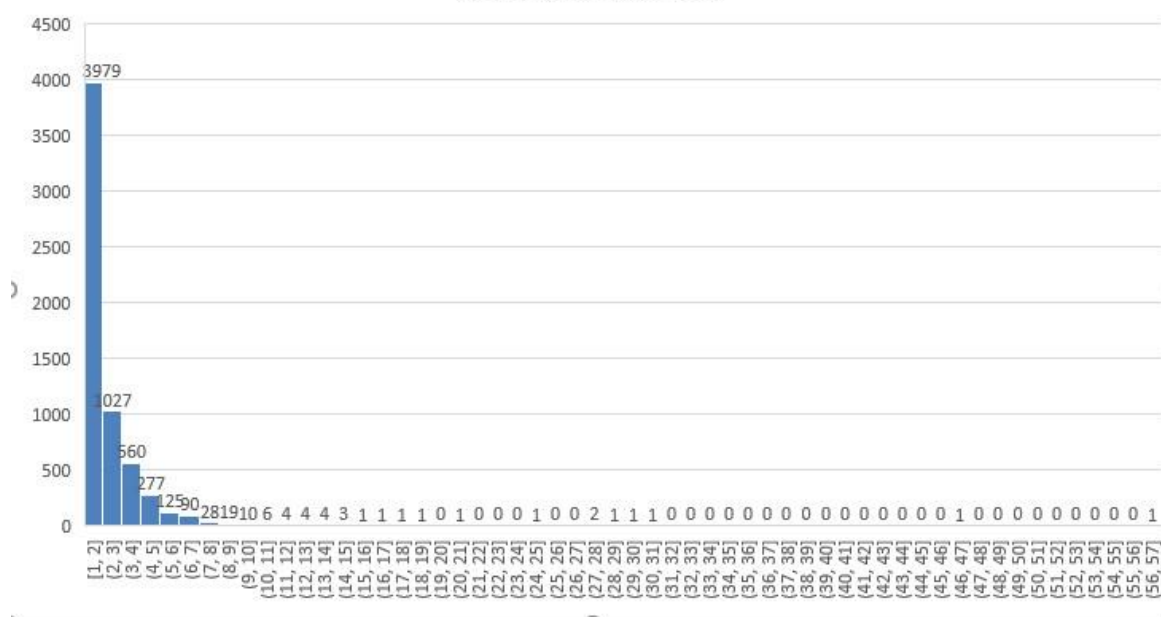


图 2



图 3

由图 2 和图 3 可以发现规律：只住一两天的顾客较多，其次是住三天、四天，而预订日期在入住日期之前为 1 天或者当天入住的游客较多，由此可以得出结论，入住此酒店的顾客大部分是短期住宿。这个结果与酒店的实际情况相符合，该酒店接待的顾客主要是短期旅游人员。

(2) 按周分析

将酒店的经营数据按照星期进行综合汇总，得到表 6：根据表 6 中的数据绘制出走势图(图 4)。

预定日期	人流量	到店日期	人流量	离店日期	人流量
周一	4224	周一	4177	周一	3341
周二	3532	周二	4117	周二	3518
周三	3351	周三	2995	周三	3064
周四	3890	周四	3390	周四	3327
周五	4657	周五	3883	周五	4180
周六	3186	周六	3186	周六	3942
周日	3085	周日	4177	周日	4553

表 6

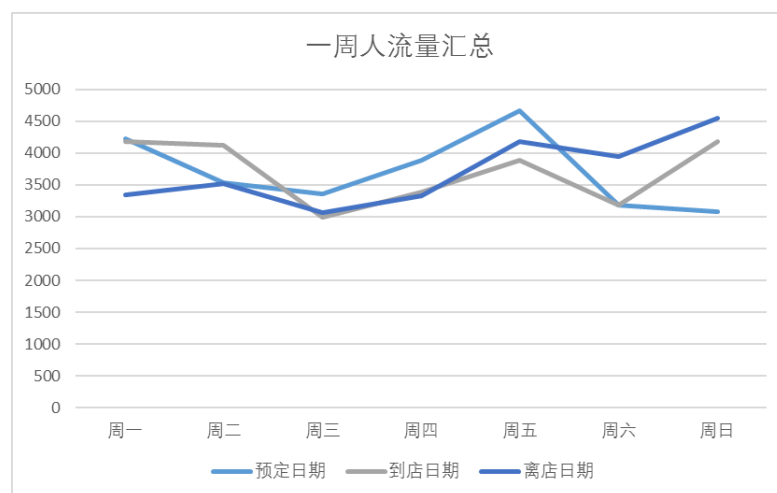


图 4

从图 4 可以看到：预订日期的时间主要集中在周一和周五，到店的日期集中在周一、周二和周日，而离店的日期主要在周五至周日。通过分析，得出产生这种现象的主要原因是，周末到此短途旅游的人员是本酒店的主要客源，周末到该地区旅游的游客一般都在周五之前预订客房。

(3) 按月分析

将酒店的经营数据按照月进行综合汇总，得到表 7：根据表 7 中的数据绘制出走势图(图 5)。

月份	预订房间数
1月	46
2月	11
3月	320
4月	3065
5月	2576
6月	2561
7月	2831
8月	3033
9月	3114
10月	2987
11月	2724
12月	2657

表 7



图 5

从图 5 可以看到：预订日期的时间主要集中在夏季（7-10 月），而其淡季主要集中在春冬季（1-3 月）得，出产生这种现象的主要原因是，夏季正值学生的暑假来临，多数学生都有出行旅游计划，预定客房人数随之上升；而春冬季临近寒假又有春节的影响，大多数学生都选择回家，外出旅游人数相对减少，预定客房人数下降。

(4) 按节假日分析

2015 各节假日的分布详见附件。将酒店的经营数据按照月进行综合

汇总，得到表 8。

月份	预订房间数总和	预定房间记录数	提前预定天数总和	平均提前的天数
4月	320	52	375	7.21
5月	303	76	869	11.43
6月	284	48	518	10.79
7月	2830	686	5845	8.52
8月	3001	611	4933	8.07
9月	272	57	446	7.82
10月	775	186	1861	10.01
总计	7785	1716	14847	8.65

表 8

从表可以看到：一般在节假日出行的游客都会选择提前预定房间，就总体来看，平均提前的天数约 8.65 天。

(5) 酒店预测数据的变点分析

单变点估计的 Mann. Kendall 方法对于趋势变化明显的单变点情形既简便而且直观有效，但若对多变点情形误用会得出错误结论，必须在先验地了解数据规律后，对多变点情形分段应用该法，下面就用该方法对酒店预测数据进行变点分析。^[1]由于，本文收集到的预测数据并不是很多且不涉及分段的问题，所以在这里直接应用该方法进行分析即可。表 9 是用 Mann. Kendall 法对酒店预测数据作变点分析的结果：

月份	预订房间数	dl	U(dl)	dl'	U*(dl)
1月	46	0	0.00	0	0.00
2月	11	0	-1.00	1	-1.00
3月	320	2	0.52	3	-1.57
4月	3065	5	1.36	6	-2.04
5月	2576	8	1.47	9	-1.96
6月	2561	11	1.32	11	-1.32
7月	2831	16	1.65	11	-0.15
8月	3033	22	1.98	12	0.49
9月	3114	30	2.50	19	-0.21
10月	2987	36	2.41	19	0.63
11月	2724	41	2.10	19	1.32
12月	2657	46	1.78	20	1.78

表 9

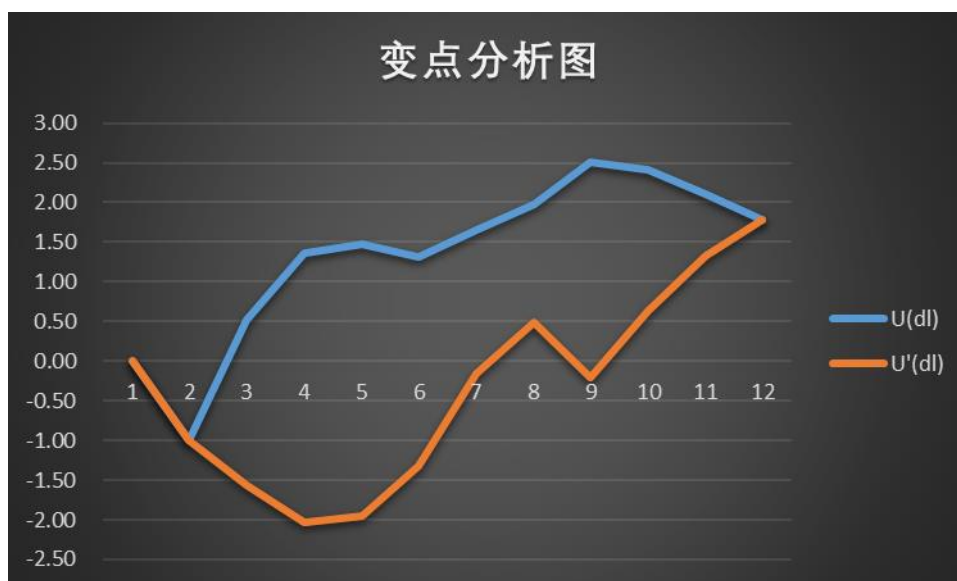


图 6

从图 6 中可以看到，变点分析曲线 1 与曲线 2 在 ± 1.96 的临界值范围内有交点。可以求出交点为 (12, 1.78)，从表 2 中可以查得此点为 2015 年 12 月，即 2015 年 12 月之后的客房预定量明显低于 2015 年 12 月之前的客流量，出现这种现象的原因是临近寒假，大多数学生都回家了，而后又经历春节，2015 年 3 月有缓和迹象，2014 年 4 月份才保持平稳。

综上所述，首先本文已经得到的预测数据是真实可靠的，可以用它们来做预测分析，其次，预测数据的数量不是很大，因此所作的预测结果会存在较大的误差，再次，预测数据由于受到寒暑假、法定节假日的影响，所以是不稳定的，这也会使得预测结果的误差加大。因此，必须想办法解决这些问题。

三、建模预测

设某一天的客房预定量为 X ，星期的影响因素为 a ，月的影响因素为 b ，节假日的影响因素 c ，将一年平均每天预订客房的数量 N ($N=71.03$) 作为基数。得到：

$$X=N*a*b*c$$

其中各参数的计算方法为

(1) 参数 a 的计算方法

依据星期与人流的关系计算各星期人流占总人流的百分比 x_i ，并求出

平均百分比 m 和最大与最小百分比之差 n ，则 $a_i = \frac{(x_i - m)}{n} \times 1.5 + 1$ ；

预定日期	人流量	各人流量占全年总人流量百分比	a	
周一	4224	16.11%	1.60	1.600798
周二	3532	15.88%	1.52	1.524656
周三	3351	11.55%	0.10	0.100798
周四	3890	13.08%	0.60	0.602067
周五	4657	14.98%	1.23	1.227701
周六	3186	12.29%	0.34	0.343183
周日	3085	16.11%	1.60	1.600798
	平均百分比	14.29%		
	最大与最小之差	4.56%		

表 10

(2) 参数 b 的计算方法

依据月份与人流的关系计算各月份人流占总人流的百分比 x_i ，并求出

平均百分比 m 和最大与最小百分比之差 n ，则 $b_i = \frac{(x_i - m)}{n} \times 1.39 + 1$;

月份	预订房间数	占百分比	b
1月	46	0.18%	0.020
2月	11	0.04%	0.005
3月	320	1.23%	0.143
4月	3065	11.82%	1.373
5月	2576	9.94%	1.154
6月	2561	9.88%	1.147
7月	2831	10.92%	1.268
8月	3033	11.70%	1.358
9月	3114	12.01%	1.395
10月	2987	11.52%	1.338
11月	2724	10.51%	1.220
12月	2657	10.25%	1.190
	最大与最小百分比之差	11.97%	
	平均百分比	8.61%	

表 11

(3) 参数 c 的计算方法

令非节假日的 $c=1$;

令春节当天及前九天的 $c=0$;

计算 2015 年节假日（不含春节但包含暑假）总天数与一年总天数的百分比 n ，计算 2015 年节假日（不含春节但包含暑假）预订客房数量与一年总预订客房数量的百分比 m ，则节假日当天的 $c=m/n$;

计算 2015 年节假日（不含春节但包含暑假）前九天的总天数与一年总天数的百分比 n ，计算 2015 年节假日（不含春节但包含暑假）前九天预订客房数量与一年总预订客房数量的百分比 m ，则节假日当天的 $c=m/n$;

月份	预订房间数总和	预定房间记录数	提前预定天数总和	平均提前的天数
4月	320	52	375	7.21
5月	303	76	869	11.43
6月	284	48	518	10.79
7月	2830	686	5845	8.52
8月	3001	611	4933	8.07
9月	272	57	446	7.82
10月	775	186	1861	10.01
总计	7785	1716	14847	8.65
	房间总数占百分比	30.03%	c	
	天数占百分比	27.67%	1.085	

表 12

通过对上述数据的分析，制定各影响因素随时间的分布表如下表：

星期	a	月份	b	条件	c	N
星期一	1.601	1月	0.020	节假日当天	1.085	71.0274
星期二	1.525	2月	0.005	节假日前9天	1.184	
星期三	0.101	3月	0.143	春节当天及前九天	0	
星期四	0.602	4月	1.373	非节假日	1	
星期五	1.228	5月	1.154			
星期六	0.343	6月	1.147			
星期日	1.601	7月	1.268			
		8月	1.358			
		9月	1.395			
		10月	1.338			
		11月	1.220			
		12月	1.190			

表 13

所以，经过计算得到预测 2016 年 1-3 月客房预订量如下表：

预定日期	预订房间数	预定日期	预订房间数	预定日期	预订房间数
2016/1/1	2	2016/2/1	0	2016/3/1	15
2016/1/2	1	2016/2/2	0	2016/3/2	1
2016/1/3	3	2016/2/3	0	2016/3/3	6
2016/1/4	2	2016/2/4	0	2016/3/4	12
2016/1/5	2	2016/2/5	0	2016/3/5	3
2016/1/6	0	2016/2/6	0	2016/3/6	16
2016/1/7	1	2016/2/7	0	2016/3/7	16
2016/1/8	2	2016/2/8	0	2016/3/8	15
2016/1/9	0	2016/2/9	0	2016/3/9	1
2016/1/10	2	2016/2/10	0	2016/3/10	6
2016/1/11	2	2016/2/11	0	2016/3/11	12
2016/1/12	2	2016/2/12	0	2016/3/12	3
2016/1/13	0	2016/2/13	0	2016/3/13	16
2016/1/14	1	2016/2/14	1	2016/3/14	16
2016/1/15	2	2016/2/15	1	2016/3/15	15
2016/1/16	0	2016/2/16	1	2016/3/16	1
2016/1/17	2	2016/2/17	0	2016/3/17	6
2016/1/18	2	2016/2/18	0	2016/3/18	12
2016/1/19	2	2016/2/19	0	2016/3/19	3
2016/1/20	0	2016/2/20	0	2016/3/20	16
2016/1/21	1	2016/2/21	1	2016/3/21	16
2016/1/22	2	2016/2/22	1	2016/3/22	15
2016/1/23	0	2016/2/23	1	2016/3/23	1
2016/1/24	2	2016/2/24	0	2016/3/24	6
2016/1/25	2	2016/2/25	0	2016/3/25	15
2016/1/26	2	2016/2/26	0	2016/3/26	4
2016/1/27	0	2016/2/27	0	2016/3/27	19
2016/1/28	1	2016/2/28	1	2016/3/28	19
2016/1/29	2	2016/2/29	1	2016/3/29	18
2016/1/30	0			2016/3/30	1
2016/1/31	0			2016/3/31	7
总数	43		6		320

表 14

参考文献：

[1] 于敬岩，酒店管理决策系统中客流量预测建模与分析，
<http://www.docin.com/p-161190782.html>，访问时间（2016年5月1日）。