

# 小区车位分布的优化设计与评价

## 摘 要

随着经济发展，私人汽车数量的持续增长，对于城市居住小区内停车位的规划设计以及建设，也提出了更高的要求。本文就此问题，研究了城市居民小区停车位分布合理性的相关问题。

针对问题一，本文建立基于双层评价体系的车位分布合理性评价模型。首先定义了两个直接衡量车位分布合理性的指标：停车时间的平均程度指标  $CI$  和差异度指标  $DI$  作为一级指标；其次选取了三个衡量两个一级指标的量为二级指标，构建了双层评价体系；然后提出两条合理性的评价标准，建立了小区车位分布合理性的评价模型。

针对问题二，本文基于车位分布合理性的双层评价模型，仿真计算了该小区的  $CI$  和  $DI$ ，得出了该小区车位分布不合理的结论。首先进行仿真初始化：提出假设，设置比例尺，从图上获得相应信息，并设置相应的仿真参数；然后利用第一问的评价模型，仿真得到每个车位住户的  $CI$  和  $DI$ ，最后再利用评价标准判断车位分布的合理性，最后得出车位分布不合理的结论。

针对问题三，本文以  $CI$  和  $DI$  尽可能小为目标函数进行分配，利用深度优先搜索算法求解最优分配方案。其中平均程度指标  $CI$  尽可能小表示用户整体停车花费时间短，一方面对住户便利，另一方面可以避免拥挤；差异度指标  $DI$  尽可能小表明不同车位间用户停车时间花费基本一致，这有助于提高分配的合理性。优化的分配结果见附录 2。

最后对模型的优缺点进行了分析，并给出了模型推广改进的方向。

**关键词：**停车场车位分配；平均程度指标；差异度指标；深度优先搜索算法；双层评价体系；

## 目录

一、问题重述 .....	3
1.1 问题背景.....	3
1.2 问题提出.....	3
二、问题分析 .....	3
2.1 问题一.....	3
2.2 问题二.....	4
2.3 问题三.....	4
三、模型假设 .....	4
四、符号说明 .....	4
五、模型的建立与求解 .....	5
5.1 问题一.....	5
5.1.1 双层评价体系的构建.....	5
5.1.2 停车时间的定义及计算.....	6
5.1.3 平均程度( $CI$ )和差异度( $DI$ ).....	7
5.1.4 基于双层评价体系的车位分布合理性评价模型.....	7
5.2 问题二.....	8
5.2.1 仿真初始化.....	8
5.2.2 仿真结果分析.....	10
5.3 问题三.....	11
5.3.1 数据预处理.....	11
5.3.2 深度优先搜索算法.....	12
5.3.2 优化分配结果.....	12
六、模型的评价与推广 .....	14
6.1 模型优点.....	14
6.2 模型缺点.....	14
6.3 模型推广.....	14
七、参考文献 .....	14
附录 .....	16

## 一、问题重述

### 1.1 问题背景

据国家统计局统计，截止到 2009 年底，中国私人小汽车的数量已经达到了 2605 万辆，中国已经成为仅次于美国的全球第二大新车市场。私人汽车数量的持续增长，使得交通设施的需求越来越大，对于城市居住小区内停车位的规划设计以及建设，也提出了更高的要求。本文就此问题，研究了城市居民小区停车位分布合理性的相关问题。

### 1.2 问题提出

随着现代社会经济的快速发展，房地产成为国家经济发展中重要的经济增长点之一。而小区内汽车停车位的分布对于小区居民的上下班出行影响很大。请建立数学模型，解决下列问题：

1. 分析评判小区汽车停车位分布是否合理的几个关键指标，建立评判车位分布合理的数学模型；
2. 利用问题一中的模型评价附件 1 中小区的汽车停车位分布方案的合理性；
3. 根据建立的关于车位分布合理性的指标和评判模型，重新为附件 1 中的小区车位进行分配。

## 二、问题分析

这是一个指标评价问题，要求选取关键指标建立评判车位分布合理性的评价模型，并利用建立的模型给出一种最优车位分配方案。

### 2.1 问题一

问题一要求确定评判小区车位分布合理性的关键指标，建立评判车位分布合理性的评价模型。本文首先定义了两个直接衡量车位分布合理性的指标：停车时间的平均程度  $CI$  和差异度  $DI$  作为一级指标；选取了三个衡量两个一级指标的量作为二级指标，构建了双层评价体系，以此建立基于双层评价体系的车位分布合理性评价模型。

2.2 问题二

问题二要求利用第一问的评价模型去判断附件 1 所给车位分布的合理性，本文基于双层评价模型，首先进行仿真初始化：提出假设，设置比例尺，从图上获得相应信息，设置相应的仿真参数；然后利用第一问的评价模型，仿真得到每个车位住户的 *CI* 和 *DI*，最后再利用评价标准判断车位分布合理性。

2.3 问题三

问题三要求按照前文所构建的停车位合理性评价模型，对附件中的停车位进行重新分配，以此来满足对停车位分布合理性的要求。本文以最小的标准差为目标，通过深度优先搜索算法，得到最优化的分配方案。

三、模型假设

- 1. 假设用户取车和停车的过程均可顺利完成，且所有用户启动车和关闭车所需时间相同；
- 2. 假设地下停车场的出入口为同一个；
- 3. 在做停车时间指标计算时不考虑倒库时间，且认为车主停车后立刻步行回家；
- 4. 假设住户步行速度和电梯升降速度均保持不变；
- 5. 假设人由停车位走到电梯的路线应该服从设计规范及与停车位不相交，及类似阶梯型，即人的步行距离即为车位中心到电梯入口的矩形路线距离；
- 6. 假设住户停车或取车时间为直线行驶时间与弯道行驶时间相加，每个弯道行驶时间相同，直线行驶速度相同。

四、符号说明

符号	符号说明
<i>CI</i>	停车时间的平均程度
<i>DI</i>	停车时间的差异度
$s_1$	停车位到地下车库门口的距离
$s_2$	地下车库门口到电梯的距离
$s_3$	楼层高度

$t^i$	第 $i$ 户的停车时间
$\bar{t}$	小区住户的平均停车时间
$\sigma$	小区住户停车时间的标准差
$s$	住户从家到车位出的总距离

## 五、模型的建立与求解

### 5.1 问题一

问题一要求确定评判小区车位分布合理性的关键指标，建立评判车位分布合理性的评价模型。本文首先选取了评价车位分布合理性的关键指标，构建了双层评价体系；然后基于评价体系建立起车位分布合理性的评价模型。

#### 5.1.1 双层评价体系的构建

我们首先把评判小区车位分布合理性的问题定义为评价车位分布对小区居民产生的便利性程度，因此只需要选取评价便利性的关键指标即可。

便利性用来表征住户出行取车、停车的方便快捷程度。具体我们可以用其停车或取车的时间来衡量，由于两个时间具有对称性，我们不妨考虑利用停车时间来衡量便利性的。为了全面的评判车位分布的合理性，我们建立如下图所示的双层评价模型：

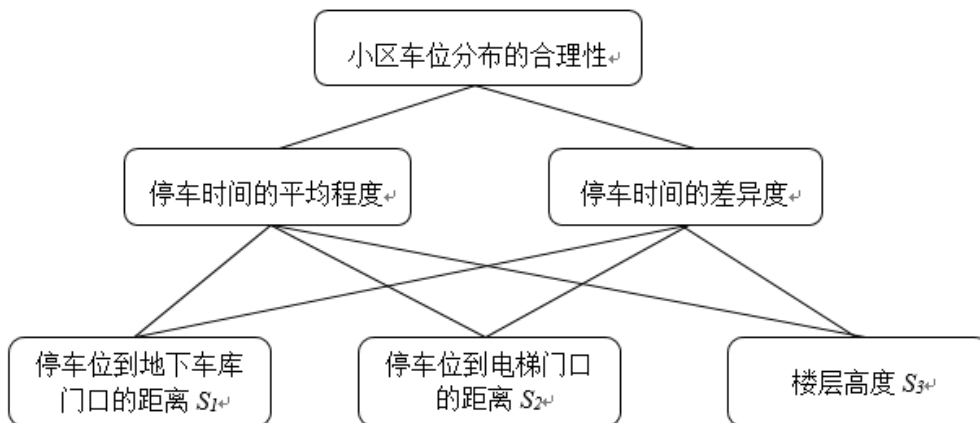


图 1 双层评价模型示意图

其中，我们选取停车时间的平均程度( $CI$ )和差异度( $DI$ )两个指标作为一级指标直接衡量合理性。在衡量停车时间的平均程度和差异度时，选取从停车位到地下车库门口的距离  $s_1$ 、从地下车库门口到电梯的距离  $s_2$ 、楼层高度  $s_3$  作为二级指标。

### 5.1.2 停车时间的定义及计算

定义停车过程分为三步：从地下停车场门口行驶至车位，完成停车；从车位步行至地下停车场出口；从地下停车场出口至家中。那么停车时间就分成三部分：

#### 1. 从地下停车场门口行驶至车位时间 $t_1$

这里我们假设用户取车和停车的过程均可顺利完成，且所有用户启动车和关闭车所需时间相同，故在计算时间时，将启动汽车的时间统一去掉。那么汽车从车库门口行驶至车位所需时间  $t_1$  表达式为：

$$t_1 = \frac{s_1}{v_c} \quad (1)$$

其中， $s_1$  为地下停车场门口到车位的距离， $v_c$  为车的平均行驶速度。

#### 2. 从车位步行至地下停车场出口的时间 $t_2$

本文假设地下停车场的出入口为同一个，故本段步行距离同样为  $s_1$ ，故用户从车位步行至地下停车场出口的时间  $t_2$  为

$$t_2 = \frac{s_1}{v_r} \quad (2)$$

其中， $s_1$  为地下停车场门口到车位距离， $v_r$  为人的平均步行速度。

#### 3. 从地下停车场出口至家所需时间 $t_3$

分析可以得到住户停车场至家分为两段：一是从车库出口步行至电梯距离；二是坐电梯到家。不妨设从地下停车场门口至电梯的距离为  $s_2$ ，用户所在的楼层高度为  $s_3$ ，则从地下停车场出口至家所需时间  $t_3$  为

$$t_3 = \frac{s_2}{v_r} + \frac{s_3}{v_e} \quad (3)$$

其中： $s_2$  为地下停车场出口至住户家的平面距离； $s_3$  为住户所在楼层高度； $v_r$  为人的平均步行速度； $v_e$  为电梯平均升降速度。

综上所述，总的停车时间：

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \left(\frac{1}{v_c} + \frac{1}{v_r}\right)s_1 + \frac{s_2}{v_r} + \frac{s_3}{v_e} \quad (4)$$

同样，我们可以定义取车所需时间为停车结束后，住户从家中前往地下车库取车，并驶出地下车库的时间，可以发现停车时间与取车时间大小是一样的，故只计算停车时间即可。

### 5.1.3 平均程度(CI)和差异度(DI)

通过上述讨论,我们可以将便利性量化为取车或停车时间,即关于时间变量  $t$  的函数表达式。下面提出两个关于时间变量  $t$  的指标来直接衡量车位分布的合理性大小:

#### ● 停车时间的平均程度(CI)

停车时间的平均程度<sup>[3]</sup>衡量了整个小区的平均停车时间的大小,这个反映了小区车位分布对住户本身的便利性的,我们用住户的平均停车时间  $\bar{t}$  来表示,即

$$CI = \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t^i \quad (5)$$

其中,  $n$  为住户总数,  $t^i$  为  $i$  户停车所需时间。

从住户的便利性考虑,应有所有住户的取车或停车时间平均值  $\bar{t}$  要尽可能小,这样对住户本身和对外界交通都是有益的。

#### ● 停车时间的差异度(DI)

停车时间的差异度<sup>[4]</sup>衡量了整个小区停车时间的离散程度,这个反应了小区整体车位分布的协调性大小。只考虑平均停车时间最短,只能反映对住户来说较为方便,但是若考虑到停车场车位分配的整体便捷合理性的话,需要所有用户的平均停车时间都相差不大。故,我们用住户的停车时间的标准差  $\sigma$  来定义停车时间的差异度,即

$$DI = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t^i - \bar{t})^2} \quad (6)$$

### 5.1.4 基于双层评价体系的车位分布合理性评价模型

《规范》规定<sup>[5]</sup>:居民停车场、库的布置应方便居民使用,服务半径不宜大于 150 m;居民停车场、库的布置应留有必要的发展余地等。据此,我们提出以下评判车位分布合理性的标准<sup>[6]</sup>:

- 1、住户从家到车位出的总距离  $s \leq 150$ ;
- 2、住户停车时间的标准差  $\sigma \leq 5$ 。

对应于我们构建的双层评价体系,由标准 1 可知:  $s_1 + s_2 + s_3 \leq 150$ , 取平均步行时间为  $v_r = 1.2m/s$ , 得到  $\bar{t} = 125s$ , 即

$$CI \leq 125 \quad (7)$$

我们假设小区居民的平均步行速度均为  $v_r$ ，汽车的平均速度均为  $v_c$ ，电梯的平均升降速度为  $v_e$ ，则对住户从家到车位出的总距离  $s$  的限制条件可以转化为对平均停车时间的限制，即停车时间的平均程度  $CI$  的限制。

根据标准 2 可知，对住户停车时间标准差的限制可以转化为对停车时间的差异度的限制，即  $DI$  应满足

$$DI \leq 5 \quad (8)$$

基于建立的双层评价体系，我们建立了评判小区车位分布合理性的评价模型，当评价体系中的指标值满足下面条件：

$$\begin{cases} DI \leq 5 \\ CI \leq 125 \end{cases} \quad (9)$$

满足上述条件时，我们认为该车位分布是合理的。

## 5.2 问题二

本文基于第一问评价模型，使用附件停车场以及住宅数据进行仿真计算，评价其停车位分布合理性。

首先进行仿真初始化，基于一定假设，从图上获得相应信息，设置相应的仿真参数，包括各个车位至地下车库门口的距离，以及车库门口至住宅家的平面距离等；然后利用第一问的评价模型，进行仿真计算，得到每个车位住户停车所需时间，最后再利用评价标准判断车位分布合理性，得到车位分布不合理的结论。

### 5.2.1 仿真初始化

本部分提出了四条基本假设，并进行了参数初始化。

#### ● 基本假设

1. 住户的停车或取车时间为直线行驶时间与弯道行驶时间相加，每个弯道行驶时间相同，直线行驶速度相同；
2. 在做停车时间指标计算时不考虑倒库时间，且认为车主停车后立刻步行回家；
3. 人由停车位走到电梯的路线应该服从设计规范及与停车位不相交，及类似阶梯型，即人的步行距离即为车位中心到电梯入口的矩形路线距离；
4. 假设人的步行速度均相同。

#### ● 距离参数

因为所给附件没有比例尺，所以我们参照标准的私家车车位大小（车位<sup>[3]</sup>  $2.2m \times 5.5m$ ），给定比例尺，从而得到以下仿真参数：



1. 双面双向车道，车道宽度 7m；
  2. 车位标线  $2.2m \times 5.5m$ 。
- 部分车位的线路如下图所示：

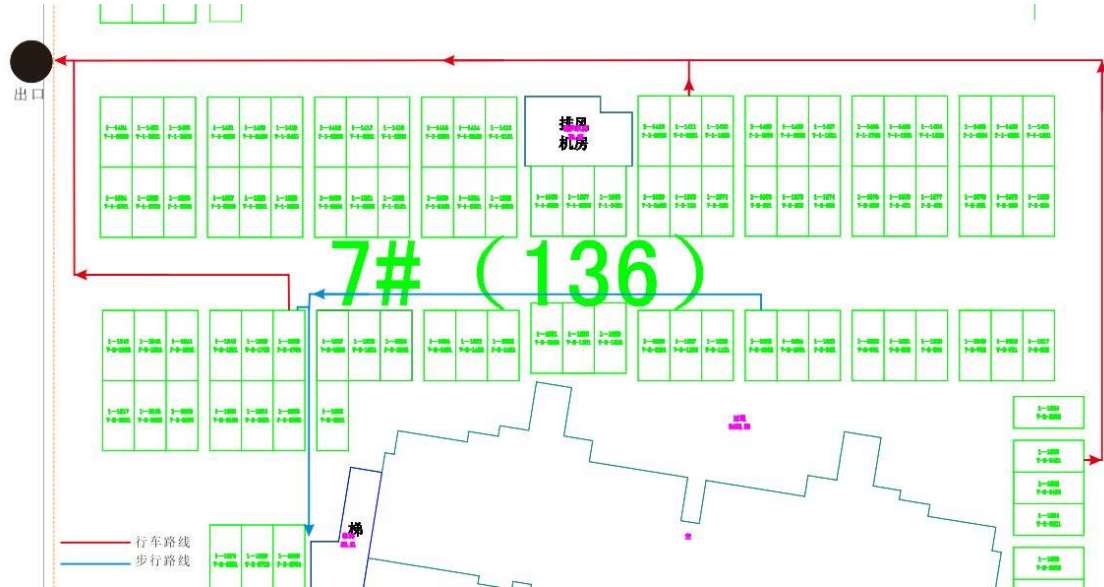


图 2 部分车位的线路图

上图表示了几个典型车位的行车线路和车主的步行线路，本文基于已经提出的比例尺，即车位长宽为  $2.2m \times 5.5m$ ，我得到不同车位的在车库中的行驶距离  $s_1$ 、地下停车场出口至住户家的平面距离  $s_2$ 。

## ● 其他参数

参考相关文献，并联系生活实际，取其他仿真参数如下表所示：

表 1 仿真参数

参数名称	数值
车辆停车场直线行驶速度	5.5m/s
车辆停车场 90 度转弯用时	4s
相邻车位群之间间距	1m
人步行速度	1.2m/s
电梯行驶速度	2.5m/s
居民楼每层高度	2.9m

### 5.2.2 仿真结果分析

利用 MATLAB 仿真计算，得到 136 个车位的取车时间 $t$ 的分布图，如下所示：

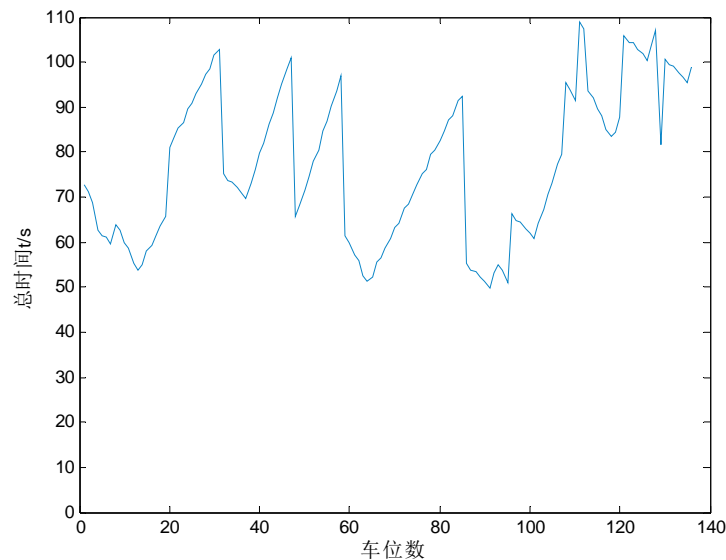


图 2 136 个车位的取车时间 $t$ 的分布图

- 停车时间的平均程度(CI)

经计算得到停车时间的平均程度(CI)为：

$$CI = 77.12 < [CI] = 125 \quad (10)$$

可见停车时间的平均程度(CI)小于阈值[CI]，说明其平均程度满足标准，即本停车场的服务半径满足标准。这样对住户本身和对外界交通都是有益的。

- 停车时间的差异度(DI)

计算得到的停车时间的差异度为：

$$DI = \sigma = 16.68 \quad (11)$$

可见标准差值相当大，从图 2 我们也可以看出，不同停车位住户间的停车时间差异度很大，分布极其不均匀，从 DI 层面来讲，说明其所有用户的平均停车时间相差较大，故停车场车位整体分配不合理。

**综上所述：**附件 1 所给停车场分布，满足停车时间的平均程度，停车场的服务半径满足标准；但是其停车时间的差异度(DI)不满足要求，即停车场不同车位停车时间差异较大，分配不协调，故此停车位分布不合理。

### 5.3 问题三

问题三要求按照前文所构建的停车位合理性评价模型，对附件中的停车位进行重新分配，以此来满足对停车位分布合理性的要求。

本文以最小的标准差为目标，通过深度优先搜索算法，得到最优化的分配方案。最后通过第一问判断车位分布合理性的标准来验证结果。

#### 5.3.1 数据预处理

建立停车场的数据库，每一个数据集合代表一个停车位及与其相关联的数据，包括车由出口行驶到车位的时间，人由车位步行至电梯的距离以及搜索过程中每个车位分配的用户的楼层号。

##### ● 车行驶时间的确定

由于每个车位按照规定的停车最优路线是固定的，即车由出口到停车位的行驶距离和转弯次数是固定的。由此行驶的时间也是固定的，计算公式如下

$$t_1 = \frac{s_1}{v_c} + N_s \cdot t_s \quad (12)$$

其中  $s_1$  为行车直线距离， $v_c$  为行车速度， $N_s$  为转弯次数， $t_s$  为  $90^\circ$  转弯耗时，取

$$t_s = 4s。$$

##### ● 人步行时间的确定

由于人按照规定由固定车位步行至电梯的最优路线为行走方向一直接近电梯的阶梯状路线，可以通过平移获得两段相互垂直的固定步行路线。由此人的步行时间也是确定的。计算公式如下：

$$t_2 = \frac{s_2}{v_r} \quad (13)$$

其中  $s_2$  为步行路线水平与竖直距离之和， $v_r$  为步行速度；

##### ● 电梯行驶时间的确定

在深度搜索过程中每一个搜索节点中会确定车位的一种分配方案，即每个车位使用者的楼层数已确定，假设电梯匀速行驶，由此可以计算出电梯行驶的时间（停车场的高度默认为两倍于楼层的每层高度）。计算公式如下

$$t_3 = (N_f + 1) \cdot H / v_e \quad (14)$$

其中  $N_f$  为楼层数， $H$  为每层楼高， $v_e$  为电梯行驶速度。

### 5.3.2 深度优先搜索算法

本文利用深度优先搜索算法求解车位的最优分配方案。

假设初始状态是所有车位的使用者没有分配，即楼层数没有确定，则深度优先搜索算法步骤如下：

- 1) 选取停车场最左上方中车位为起始点，访问并标记该顶点；
- 2) 以当前车位为当前顶点，则此时该车位的所有用户选取可能为下一层点，若第  $i$  个选择方案未被访问过，则访问和标记该邻接点，若此选取方案已被访问过，则搜索当前定点的下一个选取方案；
- 3) 以第  $i$  个选取方案为当前顶点，重复步骤 2)，直到所有的车位都无重复的选取了所有的用户，即完成了一次用户分配过程；
- 4) 完成一次分配后，计算此分配方案的平均时间以及标准差，判断此方案得到的标准差是否在需求的标准差范围内，如果满足此范围，则记录此分配方案；若不满足此范围，则舍弃该方案，同时进行下一次搜索；
- 5) 当所有车位遍历完成，则所有分配方案都完成了搜索，此时记录的所有分配方案即为满足标准差要求的分配方案，计算满足条件方案的平均值，进行排序，得到平均耗时最少的方案，此方案即为最优方案。

### 5.3.2 优化分配结果

利用 MATLAB 仿真计算，得到 136 个车位的取车时间  $t$  的分布图，如下所示：

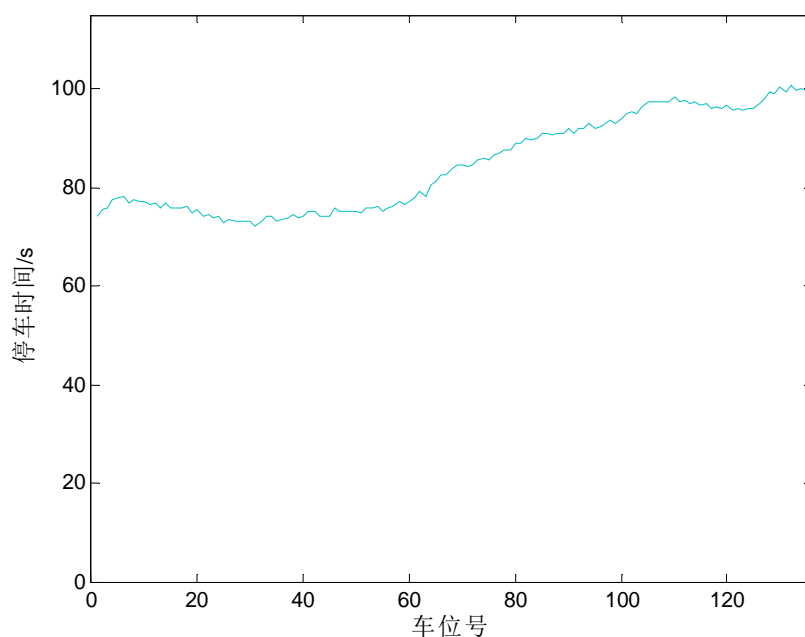


图3 136个车位的取车时间  $t$  的分布图

● 停车时间的平均程度(CI)

经计算得到停车时间的平均程度(CI)为:

$$CI = 84.75 < [CI] = 125 \quad (15)$$

停车时间的平均程度(CI)小于阈值[CI], 说明其平均程度满足标准, 即本停车场的服务半径满足标准。这样对住户本身和对外界交通都是有益的。

● 停车时间的差异度(DI)

计算得到的停车时间的差异度为:

$$DI = \sigma = 9.69 \quad (16)$$

经过优化后的标准值仍然较大, 但是与优化之前的标准差 16.68 相比, 减小较为明显。从图 3 我们可以看出, 不同停车位住户间的停车时间分布渐趋均匀, 这比优化前效果要好得多。

● 最终分配结果

部分优化后的结果如下表所示:

表 2 优化后的部分分配结果

车位号	行车时间	车位步行至 电梯时间	分配住户	对应住户由电 梯到家时间	总共耗 时
1-1868	16.73	1.83	7-2-3401	55.6	74.16
1-1867	16.33	3.67	7-2-3402	55.6	75.60
1-1870	15.93	5.50	7-2-3301	54.44	75.87
1-1822	15.45	7.67	7-2-3302	54.44	77.56
1-1821	15.05	9.50	7-2-3201	53.28	77.83
2-178	20.11	4.67	7-2-3202	53.28	78.06
1-1419	2.18	22.67	7-2-3101	52.12	76.97
1-1823	15.85	9.50	7-2-3102	52.12	77.47
2-177	19.71	6.50	7-2-3001	50.96	77.17
1-1420	1.78	24.50	7-2-3002	50.96	77.24

其中, 详细全部停车位的分配数据, 见附录 2。

## 六、模型的评价与推广

### 6.1 模型优点

1. 仿真模型量化处理：本文基于所给数据，提出适当假设，建立了对停车时间估算的仿真模型，来量化求解得到评价停车位分布合理性的平均停车时间( $CI$ )和停车时间分布标准差( $DI$ )；
2. 提出合理假设：仿真前，需要大量数据的初始化，本文参考相关文献，结合生活实际，提出大量合理假设，支持仿真实验；
3. 兼顾平均水平和差异程度：从两个角度提出了关键指标，既考虑到停车场的基本服务要求，即服务半径，停车平均时间，又考虑到不同车位之间停车时间分布偏差不能过大，即停车时间的标准差；

### 6.2 模型缺点

1. 本文仿真时候，忽略了人群的效应，即认为停车场不会堵车而耽误时间；
2. 本文仿真数据，是基于假设得到的，所以与实际值有一定误差，这对仿真结果可靠性有一定影响。

### 6.3 模型推广

计算机仿真时，若考虑上人群的效应，即认为停车场有一定几率堵车而耽误时间，则会使仿真结果的参考价值大大提高。

## 七、参考文献

- [1] 刘洋洋. 西安市居住区停车场布局因素的确定及应用研究[D]. 长安大学, 2009.
- [2] 刘洪营. 城市居住停车理论与方法研究[D]. 长安大学, 2009.
- [3] 梅振宇. 城市路内停车设施设置优化方法研究[D]. 东南大学, 2006.
- [4] 张萌. 居住区私家车停车问题研究[D]. 西安建筑科技大学, 2006.
- [5] 杨玲. 城市居住区停车问题及其对策研究[D]. 重庆大学, 2004.
- [6] 吕永慧, 熊亚玲. 城市居住区停车问题研究[J]. 房地产导刊, 2015.
- [7] 张聪娟, 张绍球. 居住区停车位设计中的若干问题探讨[J]. 住宅产业,

2009(7):54-56.

- [8] 付瑶. 浅谈居住区内停车位的设计[J]. 城市建设理论研究:电子版, 2015(5).
- [9] 梁茵. 论居住区停车位规划设计[J]. 中国科技博览, 2013(18):21-21.
- [10] 高春霞. 天津市新建居住区停车问题及对策研究[D]. 天津大学, 2009.
- [11] 李曙强. 天津市住区停车问题研究[D]. 天津大学, 2007.
- [12] 陈媛. 城市停车设施规划问题研究[D]. 长安大学, 2005.
- [13] 王欣欣. 小区内道路设计与停车位的处理[J]. 城市建设理论研究:电子版, 2012(8).

## 附录

### 1. 第二问仿真代码

```
#include <stdio.h>
#define lane 7    //车道宽 7m
#define length 5.5
#define width 2.2 //车位尺寸 2.2m*5.5m
#define timeswerve 4 //车辆转弯时间 4s
#define vc 5.5      //车辆直线行驶速度 5.5m/s
#define vp 1.2      //人步行速度 1.2m/s
#define aisle 1     //车位人行过道间距 1m
#define ve 2.5      //电梯行驶速度
#define height 2.9 //居民楼每层高度 2.9m

float totaltime(int cnlane,int pnlane,int nswerve,int cnaisle,int pnaisle,int cnlength,int
cnwidth,int pnlength,int pnwidth,int nheight);
float cartime(int nswerve,int cnwidth,int cnlength,int cnaisle,int cnlane);
float persontime(int pnlane,int pnlength,int pnwidth,int pnaisle);
float elevatortime(int nheight);

int main()
{
    FILE *fp1,*fp2;
    fp1=fopen("data.txt","r");
    fp2=fopen("result.txt","w");
    int
cnlane,pnlane,nswerve,cnaisle,pnaisle,cnlength,cnwidth,pnlength,pnwidth,nheight,nu
m,a;
    bool add;
    fscanf(fp1,"%d %d %d %d %d %d %d %d %d %d %d %d",&cnlane,&pnlane,&n
swerve,&cnaisle,&pnaisle,&cnlength,&cnwidth,&pnlength,&pnwidth,&nheight,&nu
m,&a);
    if(a==1)add=true;
    else add=false;
```



```

int i;
//for(i=16;i<=num;i++){
for(i=1;i<=num;i++){

    fprintf(fp2,"% .2f % .2f % .2f % .2f\n",totaltime(cnlane,pnlane,nswerve,cnaisle,pnaisle,cnlength,cnwidth,pnlength,pnwidth,nheight),cartime(nswerve,cnwidth,cnlength,cnaisle,cnlane),persontime(pnlane,pnlength,pnwidth,pnaisle),elevatortime(nheight));
    if(i!=1&& i%3==1)cnaisle++;
    cnwidth++;
    if(i<6){
        pnwidth--;
        if(i==4)pnaisle--;
    }
    else {
        pnwidth++;
        if(i%3==1)pnaisle++;
    }
    if(add){
        if(i>1&& i%2==0)nheight++;
    }
    else {
        if(i>1&& i%2==0)nheight--;
    }
}
return 0;
}

```

```

float totaltime(int cnlane,int pnlane,int nswerve,int cnaisle,int pnaisle,int cnlength,int cnwidth,int pnlength,int pnwidth,int nheight)
{
    return
    cartime(nswerve,cnwidth,cnlength,cnaisle,cnlane)+persontime(pnlane,pnlength,pnwidth,pnaisle)+elevatortime(nheight);
}

```

```

float cartime(int nswerve,int cnwidth,int cnlength,int cnaisle,int cnlane)
{
    return
timeswerve*float(nswerve)+(float(cnwidth)*width+float(cnlength)*length+float(cnaisle)*aisle+float(cnlane)*lane)/vc;
}

```

```

float persontime(int pnlane,int pnlength,int pnwidth,int pnaisle)
{
    return
(float(pnlane)*lane+float(pnlength)*length+float(pnwidth)*width+float(pnaisle)*aisle)/vp;
}

```

```

float elevatortime(int nheight)
{
    return (float(nheight+1)*height)/ve;
}

```

## 2. 优化后的分配结果

车位号	行车时间	车位步行至 电梯时间	分配住户	对应住户由电 梯到家时间	总共耗 时
1-1868	16.73	1.83	7-2-3401	55.6	74.16
1-1867	16.33	3.67	7-2-3402	55.6	75.60
1-1870	15.93	5.50	7-2-3301	54.44	75.87
1-1822	15.45	7.67	7-2-3302	54.44	77.56
1-1821	15.05	9.50	7-2-3201	53.28	77.83
2-178	20.11	4.67	7-2-3202	53.28	78.06
1-1419	2.18	22.67	7-2-3101	52.12	76.97
1-1823	15.85	9.50	7-2-3102	52.12	77.47
2-177	19.71	6.50	7-2-3001	50.96	77.17
1-1420	1.78	24.50	7-2-3002	50.96	77.24
1-1820	14.47	12.17	7-2-2901	49.8	76.44
2-179	20.51	6.50	7-2-2902	49.8	76.81

1-1418	2.58	24.50	7-2-2801	48.64	75.72
1-1819	14.07	14.00	7-2-2802	48.64	76.71
2-176	19.13	9.17	7-2-2701	47.48	75.78
1-1421	1.20	27.17	7-2-2702	47.48	75.85
1-1818	13.67	15.83	7-2-2601	46.32	75.82
2-175	18.73	11.00	7-2-2602	46.32	76.05
1-1422	0.80	29.00	7-2-2501	45.16	74.96
2-180	21.09	9.17	7-2-2502	45.16	75.42
1-1638	13.45	16.83	7-2-2401	44	74.28
1-1417	3.16	27.17	7-2-2402	44	74.33
1-1817	13.27	17.67	7-2-2301	42.84	73.78
2-174	18.33	12.83	7-2-2302	42.84	74.00
1-1423	0.40	30.83	7-2-2201	41.68	72.91
1-1639	13.05	18.67	7-2-2202	41.68	73.40
2-181	21.49	11.00	7-1-3401	40.6	73.09
1-1637	13.85	18.67	7-1-3402	40.6	73.12
1-1416	3.56	29.00	7-2-2101	40.52	73.08
2-173	17.93	14.67	7-2-2102	40.52	73.12
1-1424	0.00	32.67	7-1-3301	39.44	72.11
1-1640	12.47	21.33	7-1-3302	39.44	73.24
2-182	21.89	12.83	7-2-2001	39.36	74.08
1-1415	3.96	30.83	7-2-2002	39.36	74.15
1-1559	12.18	22.67	7-1-3201	38.28	73.13
1-1641	12.07	23.17	7-1-3202	38.28	73.52
1-1636	14.44	21.33	7-2-1901	38.2	73.97
1-1558	11.78	24.50	7-2-1902	38.2	74.48
1-1642	11.67	25.00	7-1-3101	37.12	73.79
1-1560	12.58	24.50	7-1-3102	37.12	74.20
2-183	22.47	15.50	7-2-1801	37.04	75.01
1-1635	14.84	23.17	7-2-1802	37.04	75.05
1-1414	4.55	33.50	7-1-3001	35.96	74.01
1-1643	11.27	26.83	7-1-3002	35.96	74.06
1-1557	11.20	27.17	7-2-1701	35.88	74.25
1-1556	10.80	29.00	7-2-1702	35.88	75.68

2-184	22.87	17.33	7-1-2901	34.8	75.00
1-1634	15.24	25.00	7-1-2902	34.8	75.04
1-1413	4.95	35.33	7-2-1601	34.72	75.00
1-1561	13.16	27.17	7-2-1602	34.72	75.05
1-1555	10.40	30.83	7-1-2801	33.64	74.87
1-1337	9.20	33.00	7-1-2802	33.64	75.84
2-186	23.23	18.99	7-2-1501	33.56	75.78
1-1562	13.56	29.00	7-2-1502	33.56	76.12
1-1554	10.00	32.67	7-1-2701	32.48	75.15
1-1633	15.82	27.67	7-1-2702	32.48	75.97
1-1336	8.80	34.83	7-2-1401	32.4	76.03
1-1563	13.96	30.83	7-2-1402	32.4	77.19
1-1335	8.40	36.67	7-1-2601	31.32	76.39
1-1632	16.22	29.50	7-1-2602	31.32	77.04
1-1334	8.00	38.50	7-2-1301	31.24	77.74
1-1631	16.62	31.33	7-2-1302	31.24	79.19
1-1564	14.55	33.50	7-1-2501	30.16	78.21
1-1565	14.95	35.33	7-1-2502	30.16	80.44
1-1630	17.20	34.00	7-2-1201	30.08	81.28
1-1566	15.35	37.17	7-2-1202	30.08	82.60
1-1629	17.60	35.83	7-1-2401	29	82.43
1-1159	10.80	44.00	7-1-2402	29	83.80
1-1628	18.00	37.67	7-2-1101	28.92	84.59
1-1567	15.93	39.83	7-2-1102	28.92	84.68
1-1160	10.40	45.83	7-1-2301	27.84	84.07
1-1412	6.91	49.83	7-1-2302	27.84	84.58
1-1161	10.00	47.67	7-2-1001	27.76	85.43
1-1568	16.33	41.67	7-2-1002	27.76	85.76
1-1627	18.58	40.33	7-1-2201	26.68	85.59
1-1411	7.49	52.50	7-1-2202	26.68	86.67
1-1569	16.73	43.50	7-2-901	26.6	86.83
1-1626	18.98	42.17	7-2-902	26.6	87.75
1-1410	7.89	54.33	7-1-2101	25.52	87.74
1-1625	19.38	44.00	7-1-2102	25.52	88.90

1-1570	17.31	46.17	7-2-801	25.44	88.92
1-1409	8.29	56.17	7-2-802	25.44	89.90
1-1866	22.67	42.50	7-1-2001	24.36	89.53
1-1571	17.71	48.00	7-1-2002	24.36	90.07
1-1865	22.27	44.33	7-2-701	24.28	90.88
1-1624	19.96	46.67	7-2-702	24.28	90.91
1-1867	23.07	44.33	7-1-1901	23.2	90.60
1-1408	8.87	58.83	7-1-1902	23.2	90.90
1-1572	18.11	49.83	7-2-601	23.12	91.06
1-1864	21.69	47.00	7-2-602	23.12	91.81
1-1623	20.36	48.50	7-1-1801	22.04	90.90
1-1407	9.27	60.67	7-1-1802	22.04	91.98
1-1863	21.29	48.83	7-2-501	21.96	92.08
1-1622	20.76	50.33	7-2-502	21.96	93.05
1-1573	18.69	52.50	7-1-1701	20.88	92.07
1-1862	20.89	50.67	7-1-1702	20.88	92.44
1-1406	9.67	62.50	7-2-401	20.8	92.97
1-1824	20.31	52.50	7-2-402	20.8	93.61
1-1574	19.09	54.33	7-1-1601	19.72	93.14
1-1621	21.35	53.00	7-1-1602	19.72	94.07
1-1405	10.25	65.17	7-2-301	19.64	95.06
1-1575	19.49	56.17	7-2-302	19.64	95.30
1-1620	21.75	54.83	7-1-1501	18.56	95.14
1-1404	10.65	67.00	7-1-1502	18.56	96.21
1-1619	22.15	56.67	7-2-201	18.48	97.30
1-1576	20.07	58.83	7-2-202	18.48	97.38
2-186	29.67	50.17	7-1-1401	17.4	97.24
1-1403	11.05	68.83	7-1-1402	17.4	97.28
2-1333	31.96	48.00	7-2-101	17.32	97.28
1-1577	20.47	60.67	7-2-102	17.32	98.46
2-187	29.27	52.00	7-1-1301	16.24	97.51
2-1334	31.56	49.83	7-1-1302	16.24	97.63
1-1618	22.73	59.33	7-1-1201	15.08	97.14
2-1332	32.36	49.83	7-1-1202	15.08	97.27

2-188	28.87	53.83	7-1-1101	13.92	96.62
1-1402	11.64	71.50	7-1-1102	13.92	97.06
1-1578	20.87	62.50	7-1-1001	12.76	96.13
2-1335	30.98	52.50	7-1-1002	12.76	96.24
1-1617	23.13	61.17	7-1-901	11.6	95.90
2-1336	30.58	54.33	7-1-902	11.6	96.51
1-1401	12.04	73.33	7-1-801	10.44	95.81
2-1331	32.95	52.50	7-1-802	10.44	95.89
2-1337	30.18	56.17	7-1-701	9.28	95.63
1-1579	21.45	65.17	7-1-702	9.28	95.90
2-1338	29.78	58.00	7-1-601	8.12	95.90
1-1580	21.85	67.00	7-1-602	8.12	96.97
2-1489	33.96	57.17	7-1-501	6.96	98.09
2-1488	33.56	59.00	7-1-502	6.96	99.52
2-1490	34.36	59.00	7-1-401	5.8	99.16
2-1487	32.98	61.67	7-1-402	5.8	100.45
2-1313	31.67	63.00	7-1-301	4.64	99.31
2-1486	32.58	63.50	7-1-302	4.64	100.72
2-1312	31.27	64.83	7-1-201	3.48	99.58
2-1491	34.95	61.67	7-1-202	3.48	100.10
2-1485	32.18	65.33	7-1-101	2.32	99.83
2-1484	31.78	67.17	7-1-102	2.32	101.27

### 3. 第三问结果展示代码

```
load('matlab.mat');
plot(t,'LineWidth',1,'Color',[0 0.749019622802734
0.749019622802734]),
xlabel('车位号'),ylabel('停车时间/s');
axis([0 136 0 115]);
sum(c)/136
for i=1:136
end
z=0;
for i=1:136
z=z+(c(i)-sum(c)/136).^2;
end
(z/136)^0.5
```