

### 队员信息

姓名	学号	学院	专业

## D 题 “禁摩限电”效果综合分析

### 摘要

深圳市的“禁摩限电”政策自实行以来，一直饱受争议，为了校验这一政策考虑到社会公平性，本文主要从两个方面对“禁摩限电”政策的效果进行综合分析研究：一是摩托车、电动车拥有者（一般为低收入群体）在政策实施后承担的个人成本损失；二是政策实施后给社会带来的各方面效益的提升。

首先，为了使我们的研究具备科学性，我们需要给出实施和未实施“禁摩限电政策”两种情景，并分别进行分析，二者的显著区别在于出行方式选择的不同。前者可以通过统计数据的搜集得到，而后者我们则基于马尔科夫预测法，利用实行“禁摩限电”前的出行方式统计数据进行了预测，得到了在未实施“禁摩限电”条件下 2015 年的交通需求结构。

其次，我们将个人成本损失和社会效益两个要素进行细化，其中，个人损失成本分成资源购买闲置成本、机会损失成本、通勤成本三类，社会效益则由道路通行能力提升、交通安全效益、环境效益三部分组成。我们针对每一个要素查阅相关资料，利用交通需求结构进行计算，使每一个要素得以量化。

最后，我们分别基于综合效益量化分析以及层次分析法（AHP）进行“禁摩限电”选择评价模型的建立，使得“禁摩限电”这一政策的合理性得到验证。

**关键词** 深圳 禁摩限电 马尔科夫预测法 综合量化分析 层次分析法

## 一. 问题重述

### 1.1 问题背景:

随着社会、经济的发展,城市道路交通问题越来越复杂也越来越引入关注。城市道路交通资源是有限的,各种交通工具,特别是机动车(包括摩托车、电动三轮车等),对安全 and 环境的影响必须得到控制,而人们出行的需求是不断增长的,出行方式也是多种多样的,包括使用公共交通工具。因此,不加限制地满足所有人的要求和愿望是不现实的,也是难以为继的,必须有所倡导、有所发展、有所限制。不少城市采取的限牌、限号、收取局部区域拥堵费、淘汰污染超标车辆及其他管理措施收到了较好的效果,也得到了公众的理解。“禁摩限电”是深圳市针对整个综合交通以及环境制定的又一项政策,为了让新的政策得到大多数公民的支持,对它进行科学的不带任何意识形态的论证是很有必要的。

### 1.2 目标任务:

从深圳的交通资源总量(即道路通行能力)、交通需求结构、各种交通工具的效率及对安全 and 环境的影响等因素和指标出发,建立数学模型并进行定量分析,提出一个可行的方案。论证“禁摩限电”这一政策是合理的。

## 二. 问题分析

“禁摩限电”是深圳市为了缓解交通压力出台的一项政策,题目要求我们从深圳市的交通资源总量(即道路通行能力)、交通需求结构、各种交通工具的效率以及对安全 and 环境的影响等因素和指标出发,定量分析。“禁摩限电”的实施,给深圳市带来了一定的社会效益提升,但是同时也会造成一定的损失。

2.1 为了分析“禁摩限电”的合理性,本文将“禁摩限电”带来的社会效益提升与给个人带来的损失做比较,如果社会效益的提升大于给个人带来的损失,那么认为“禁摩限电”这一政策是合理的;反之,则不合理。

2.1.1 受“禁摩限电”影响,部分行业和个人都会相应的遭受损失,这里选取三个主要的“禁摩限电”带来的损失。第一部分是“禁摩限电”后摩托车、电动三轮车闲置带来的闲置成本;第二部分是“禁摩限电”导致的机会损失成本;最后是变换出行方式以后带来的通勤时间上升成本。

2.1.2 “禁摩限电”同时会带来社会效益提升。本文将从道路通行能力提升带来的效益、安全效益的提升以及环境效益的提升三个部分进行定量计算。深圳市的交通资源总量是一定的,摩托车、电动三轮车数量的增加占用了一部分的道路资源,必然导致道路的通行能力下降,“禁摩限电”后,道路通行能力会相应提升;“禁摩限电”前后的交通需求结构将会发生很大的变化,不同出行方式的分担率也会发生变化,本文将会比较“禁摩限电”前后的出行方式,定量计算安全效益和环境效益。

### 三. 模型假设

**假设一：**“禁摩限电”后，由于经济条件约束，原使用摩托车、不合规格电动车的市民仅会将出行方式转为公共交通、步行、自行车出行而非使用汽车。

**假设二：**实行“禁摩限电”后，闲置摩托车、电动车无法出售。

**假设三：**摩托车、电动车的使用效益在使用期限内不变。

**假设四：**各类交通工具在车流中的占比与交通需求结构中居民对各交通工具的需求比例相等。

**假设五：**拥挤成本近似等于出行延误成本，而忽略的资源消耗成本和空气污染成本。

**假设六：**假设“禁摩限电”前后出租车在公共交通中所占比例不变。

### 四. 符号说明

符号	符号定义
P	个人承担社会成本
S	为社会带来的综合效益
W	综合效益
$m_p$	P 所占权重
$m_s$	S 所占权重
P1	购买成本
P2	机会成本
P3	通勤时间上升成本
$k_i$	折旧系数
$t_i$	使用时间
$T_i$	使用年限
$V_i$	平均购买价格
N	“禁摩限电”前快递公司发件量
N'	“禁摩限电”后快递公司日发件量
N*	快递从业人口
B	2015 年深圳市快递行业年收入
$\varepsilon$	波及系数
M	2015 年深圳一年总发件数
$P_{3i}$	第 i 类交通方式的通勤成本
$V_{ti}$	第 i 类交通方式的通勤时间成本
$t_i$	第 i 类交通方式的通勤时间
$V_{pi}$	第 i 类交通方式的日均购买成本
$V_{oi}$	第 i 类交通方式通勤过程中的其他成本
GDP	2015 年深圳市的生产总值
Pop	2015 年深圳市的总人口数
Vot	深圳的单位时间价值
Dis	通勤平均距离

$\alpha$	时间价值系数
S1	道路通行能力提升获得效益
S2	安全效益提升
S3	环境效益提升
$C_{\text{实}}$	路段实际通行能力
$f_1$	重型车辆修正系数
$f_2$	非机动车修正系数
$f_3$	折减系数
$x_2$	非机动车在车流中的比重
ET	电动车折算系数
$\rho_1$	“禁摩限电”前交通量大于通行能力的概率
$\rho_2$	“禁摩限电”后交通量大于通行能力的概率
CC'	汽车的拥挤成本
CC	汽车的日拥挤成本
$\eta$	汽车的价值系数
T	汽车的日损失时间
L	汽车的日行驶里程
$V_c$	汽车拥挤时的速度
V	汽车速度
m	深圳市总从业人口数
a	汽车的使用比例
n	平均乘坐乘客数
$AC_i$	第 i 种交通工具的交通事故成
PS	个人生命财产安全成本
Len	赔偿年限
C(P)	2015 年深圳交通事故的损失成本
$\beta_i$	第 i 种交通工具所占造成交通事故的比例
$N_i$	2015 年末第 i 种交通工具的车辆数
$n_i$	第 i 中交通工具平均乘坐的乘客数
NCi	第 i 类交通方式造成的噪声污染成本
NC	深圳市每天因噪声造成的经济损失
$\alpha_i$	第 i 类交通方式的污染占总的噪声污染的百分比
BCi	第 i 类交通方式造成的空气污染成本(
BC	深圳市每天因噪声造成的经济损失
$\gamma_i$	第 i 类交通方式的污染占总的空气污染的百分比
$m_i$	“禁摩限电”之前第 i 种交通方式所占比例
$m_i'$	“禁摩限电”之后第 i 种交通方式所占

	比例
$r_i$	第 $i$ 种交通方式每人每公里的空气污染成本
$r_i'$	第 $i$ 种交通方式每人每公里的空气污染成本
$S_{3r}$	单位距离所节约的污染成本

## 五. 模型的建立与求解

### 5.1 主要模型建立

摩托车、电动车在居民出行选择的交通方式中占有一定的比例，特别是中产阶级以下的居民以及某些特殊行业，比如快递、外卖等。“禁摩限电”这一政策的实施，给大部分人都带来了不小的影响。本文将从个人承担的成本损失和社会效益的提升两方面考虑，建立模型对这一政策的合理性和科学性。

#### 5.1.1 基于马尔科夫预测法的交通需求结构预测模型<sup>[6]</sup>

由于本次探究的重点是分析“禁摩限电”的合理性，而禁摩限电政策的多年实施使得交通需求结构发生了很大变化，进而影响了通勤成本、道路通行能力、交通安全状况、环境效益等要素。所以若要使这一论证科学，我们应当首先对“禁摩限电”政策未实施情况下的交通需求结构进行预测。

考虑到禁摩政策开始实行于 2003 年，我们从深圳市城市交通规划研究中心数据库中獲得以下数据：

实行禁摩限电前出行方式数据

年份	1998	1999	2000	2001	2002
小汽车	17.80%	18.00%	19.90%	21.30%	22.10%
公共交通	29.70%	30.20%	31.80%	32.10%	32.40%
摩托车	29.30%	29.80%	28.70%	27.90%	27.20%
电动车	2.20%	3.10%	4.20%	4.50%	5.10%
自行车	21.00%	18.90%	15.40%	14.20%	13.20%

#### 1. 基于马尔科夫预测法交通需求结构预测模型构建

$$\left\{ \begin{array}{l} a(t) = a(0)P^t \\ a_i(t+1) = \sum_{j=1}^k a_j(t)p_{ij} \quad i = 1,2,3,4,5 \\ \sum_{i=1}^k a_i(t) = 1 \quad i = 1,2,3,4,5 \\ p_{ij} \geq 0 \quad i, j = 1,2,3,4,5 \\ \sum_{j=1}^k p_{ij} = 1 \quad i, j = 1,2,3,4,5 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \\ (5) \end{array}$$

## 2. 模型说明

①t 表示距离基年的时间，单位是年

②等式（2）的含义是：某种交通出行方式第 t+1 年的分担率是上一时期各个交通出行方式分担率变动的结果。

③等式（3）的含义是：任一年份，五种交通出行方式的分担率之和是 1。

④公式（4）的含义是：各种交通出行方式之间的转移系数是非负的。

⑤等式（5）的含义是：某一交通出行方式所承担的份额在下一阶段会全部转化到五种交通出行方式中去。

## 3. 运用 Matlab 进行模型求解

代码如下：

```
v1b=zeros(1,25)';
vub=ones(1,25)';
aeq=[1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0;
      0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0;
      0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0;
      0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0;
      0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1];
beq=[1;1;1;1;1]
x0=[0.1780;0.2970;0.2930;0.0220;0.2100];
a4=[0.2130,0.3210,0.2790,0.0450,0.1420];
a5=[0.2210,0.3240,0.2720,0.0510,0.1320];
[x,fval]=fmincon(@(x)myfun(x,a4,a5),x0,[],[],aeq,beq,v1b,vub)
function f=myfun(x,a4,a5)
sum=0;
pred=[];
bb=[];
cc=[];
change=[];
change=[x(1) x(2) x(3) x(4) x(5);
        x(6) x(7) x(8) x(9) x(10);
        x(11) x(12) x(13) x(14) x(15);
        x(16) x(17) x(18) x(19) x(20);
        x(21) x(22) x(23) x(24) x(25)];
```

```

pred=change*a4;
bb=pred-a5;
cc=bb./a5;
for i=1:5
    for j=1:4
        sum=sum+cc(i,j)^2;
    end
end
f=sum;

```

实行禁摩限电前出行方式数据

年份	1998	1999	2000	2001	2002
小汽车	17.80%	18.00%	19.90%	21.30%	22.10%
公共交通	29.70%	30.20%	31.80%	32.10%	32.40%
摩托车	29.30%	29.80%	28.70%	27.90%	27.20%
电动车	2.20%	3.10%	4.20%	4.50%	5.10%
自行车	21.00%	18.90%	15.40%	14.20%	13.20%

得到五种交通出行方式之间的分担率变化矩阵为

P=

83.72%	4.23%	7.82%	3.14%	1.09%
6.73%	73.45%	7.65%	8.60%	3.57%
9.27%	2.14%	82.34%	4.52%	1.73%
5.24%	7.72%	6.24%	78.21%	2.59%
2.51%	12.26%	5.76%	7.31%	72.16%

$$a(2015) = a(1998)P^{17} = [32.40\%, 38.60\%, 13.60\%, 9.30\%, 6.10\%]$$

即预测到若禁摩限电政策没有实施，2015 年的交通需求结构（不包括步行）为：

年份	小汽车	公共交通	摩托车	电动车	自行车
2015	32.40%	38.60%	13.60%	9.30%	6.10%

## 5.2 不同模型分别建立

个人承担的社会成本包括很多方面：

- （1）“禁摩限电”实行后，部分居民买了摩托车、电动三轮车以及不合标准的电动自行车却被限制出行，导致很多摩托车、电动车闲置在家，而购买这些车辆需要一定的成本；
- （2）部分依赖摩托车和电动三轮车营业的公司经营受到影响；
- （3）摩托车、电动车被限制出行后，居民出行方式的选择相应发生了改变，通勤成本也相应的发生改变。

本文从“禁摩限电”后闲置购买成本 P1、机会成本 P2、通勤时间成本 P3 三个部分来定量计算“禁摩限电”之后个人承担的损失成本。

“禁摩限电”之所以能够实施，很大的一个原因是“禁摩限电”能够给社会带来一定的效益：

- （1）摩托车的存在给交通带来了不小的负担。摩托车、电动三轮车本



身具有“体积小，速度快”的特点，能够在交通流中穿行，对交通流带来扰乱。而我国对电动车管理没有一套标准，电动车也不需要牌照，因此电动车对于交通流的影响尤为明显。在交叉口，由于电动三轮车存在较多闯红灯现象，导致整条道路的通行能力都受到影响；“禁摩限电”如果可以禁止摩托车的出行，则道路通行能力会相应的提高，道路拥堵的概率也会相应的减少，可以给社会带来一定的经济效益的提升。

(2) 据调查统计，摩托车以及电动车发生交通事故的概率相对来说较高，并且造成的伤害相对较大，摩托车发生交通事故出现人员伤亡的概率远远大于小汽车，并且很多时候发生的交通事故都是摩托车、电动车和小轿车相撞发生交通事故；摩托车和电动车行驶的比例下降以后，相应的事故发生率就会减小，这带来的社会效益不只包括经济还有居民的安心。

(3) 摩托车相对公交车地铁这些交通工具来说，对环境的污染是巨大的，环境污染主要包括噪声污染以及空气污染。

本文将从“禁摩限电”带来的道路通行能力提升的效益 S1，安全效益 S2，以及环境效益 S3 三个方面建立模型定量计算“禁摩限电”所带来的社会效益。

#### 5.2.1 P1 计算模型的建立（闲置成本）

$$P1 = \frac{\sum k_i V_i}{T_i \times 365} \quad (5-2-1)$$

$$P1 = \frac{\sum k_i V_i}{T_i \times 365} \quad (\text{元/人/天}) = 2.136 \quad (\text{元/人/天})$$

$k_i$ ——第 i 种交通方式的折旧系数

$T_i$ ——第 i 种交通工具的使用年限

$V_i$ ——第 i 种交通工具的平均购买价格

“禁摩限电”之前居民所拥有的摩托车已经使用过一段时间，所以直接用摩托车的价值计算摩托车闲置带来的经济损失是不合理的，所以在计算闲置损失时应该要有一个折旧系数。折旧系数代表了摩托车使用期间带来了一定的经济效益，禁止摩托车以及电动三轮车出行后才会带来损失。

这里，取摩托车的使用年限为 10 年，根据电瓶的使用年限取电动车的使用年限为 5 年。取电动车的使用时长为 3.5 年；由于摩托车于 2006 年兴起，“禁摩限电”从 2011 年起开始严格实行，因此取摩托车的使用时长为 5 年。据调查，摩托车的平均购买价格约 6000 元，电动车的平均购买价格约为 3000 元。

$$k_i = \frac{t}{T} \quad (5-2-2)$$

$k_i$ ---折旧系数

$t$ ---摩托车、电动三轮车使用时间

$T$ ---摩托车、电动三轮车平均使用年限

$$P1 = \sum k_i V_i / (T_i \times 365) \quad (\text{元/人/天}) =$$

$$k_1 V_1 / (T_1 \times 365) + k_2 V_2 / (T_2 \times 365) = 2.136 \quad (\text{元/人/天})$$

### 5.2.2 P2 计算模型的建立（机会损失成本的计算）

机会损失成本主要由快递行业因“禁摩限电”政策而遭受的冲击产生。设禁摩限电前快递公司发件量为  $N$ （件/日），政策实施后发件量为  $N'$ ，（后附深圳主要快递公司在禁摩限电前后的发件量数据对比），得  $N/N' \approx 7/8$ ，2015 年收入  $B$  为 222.97 亿元，快递从业人口数  $N^*$  约为 40 万人，深圳总人口  $Pop$  为 1137.89 万人，深圳一年总发件数  $M=14.01$  亿，业余人口受波及系数  $\varepsilon$ ，

$$\varepsilon = \frac{M}{Pop \times 365} = 0.34$$

则机会损失成本  $P_2$ ：

$$P_2 = \frac{\left(1 - \frac{N'}{N}\right) \times B}{365 \times (N^* + \varepsilon \times Pop)} = 1.7888 \text{ (元/人} \cdot \text{天)} \quad (5-2-3)$$

### 5.2.3 P3 计算模型的建立（通勤时间上升成本计算）

#### （1）模型相关符号说明

$P_3$ ：通勤成本（元/（人·天））；

$i$ ：  $i=1$ , 使用公共交通工具（包括常规公交、地铁）  $i=2$ , 使用摩托车  $i=3$ , 使用电动自行车  $i=4$ , 使用自行车  $i=5$ , 步行

$P_{3i}$ ：第  $i$  类交通方式的每日通勤成本（元/（人·天））；

$V_{ti}$ ：第  $i$  类交通方式的每日通勤时间成本（元/（人·天））；

$t_i$ ：第  $i$  类交通方式的每日通勤时间（往返双程）；

$V_{pi}$ ：第  $i$  类交通方式的日均购买成本（元/（人·天））；

$V_{oi}$ ：第  $i$  类交通方式每日通勤过程中的其他成本（乘坐公共交通工具的票价、使用摩托车、电动自行车时的油\电消费）（元/（人·天））；

GDP：2015 年深圳市的生产总值 17502.99 亿<sup>[9]</sup>；

Pop：2015 年深圳市的总人口数 1137.89 万<sup>[9]</sup>；

Vot：深圳的单位时间价值

参照论文《城市不同交通方式的出行成本数量化研究》给

出的公式： $Vot = \frac{GDP}{365 \times 8 \times Pop}$  算得  $Vot=52.678$ （元/（人·时））；

Dis：基于百度发布的《全国 50 城市上班距离及时间排行榜》。数据显示深圳市民每日平均上班距离为 13.97km。

通勤平均距离  $13.97 \times 2 = 27.94\text{km}$ （往返双程）

$\alpha$ ：时间价值系数。根据交通调查的资料显示，虽然交通出行与交通距离有关，但是它与出行者的收入也有着密不可分的关系。不同收入人群一般使用不同的交通方式，。因此不同交通方式的人单位时间价值不同，即  $\alpha$  应该不同。每一种交通方式应对应着一个时间价值系数。

如下表所示：

交通方式	小汽车	公共交通	摩托车	电动自行车	自行车	步行
价值系数 $\alpha$	1.5	1	0.8	0.6	0.5	0.3

表 5.1 不同交通方式价值系数表

(2) 每日通勤时间

$t_1$ : 基于百度发布的《全国 50 城市上班距离及时间排行榜》。数据显示深圳市民每日平均上班时间(使用公共交通)为 48min,

故  $t_1 = 2 \times 48\text{min} = 96\text{min} = 1.6\text{h}$ ;

$t_2$ : 由高德:《2015 年度中国主要城市交通分析报告》知深圳高峰平均车速 25.44km/h, 全天平均车速 29.78km/h 考虑摩托车相比于其他机动车在规避拥堵上有明显优势, 故以 35km/h 计算, 由此得到  $t_2 = 27.94/35 = 0.7983\text{h}$ ;

$t_3$ : 限制不合规规格电动车 ( $V_{\max} > 20$ ) 前 以 25km/h 计算  $t = 27.94/25 = 1.1176\text{h}$

$t_3'$ : 限制之后, 取 15km/h,  $t_3' = 27.94/15 = 1.8627\text{h}$

$t_4$ : 取  $V = 15\text{km/h}$ ,  $t_4 = 1.8627\text{h}$ ;

$t_5$ : 平均通勤距离偏长, 步行不实际。

交通方式	公共交通	摩托车	电动车(限制前)	电动车(限制后)	自行车
通勤时间 $t/\text{h}$	1.6	0.7983	1.1176	1.8627	1.8627

表 5.2 不同交通方式通勤时间表

(3) 每日通勤过程中的其他成本(乘坐公共交通工具的票价、使用摩托车、电动自行车时的油\电消费)

$V_{o1}$ : 以单程 13.97km 计算, 考虑一次换乘, 每日往返公交花费约为 8 元。

$V_{o4}$ : 考虑绝大部分摩托车用户使用 93#汽油 耗油量以 3L/100km 计, 油价 5.72 元/升, 每日花费约为 4.79 元

$V_{o3}$ : 电动自行车以 1.98 度/100km 计, 电价 0.68 元/度, 每日花费约为  $1.98 \times 27.94 \times 0.68 / 100 = 0.376$  元

$V_{o4}$ : 自行车不消耗能源, 若使用公共自行车, 以深圳大部分地区政策, 前一小时不计费, 之后 0.5~1 元每小时, 考虑到大部分居民单次骑行时间小于一小时, 每日成本可忽略不计。

交通方式	公共交通	摩托车	电动车(限制前)	电动车(限制后)	自行车
非通勤成本 $V_o/\text{元}/(\text{人} \cdot \text{天})$	8	4.79	0.376	0.376	0

表 5.3 不同交通方式非通勤成本表

#### (4) 交通工具的日均购买成本

$$V_{p1}=0;$$

$V_{p2}$ : 摩托车使用年限 8~10 年, 取 10 年计算 市面上常见的摩托车价格在 6000 左右

$$V_{p2} = 6000 / (10 \times 365) = 1.64 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$V_{p3}$ : 电动自行车使用年限 3~5 年, 取 5 年计算, 市面上常见的电动自行车价格在 3000 左右

$$V_{p3} = 3000 / (5 \times 365) = 1.64 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$V_{p4}$ : 自行车使用年限取 5 年计算, 市面上常见的自行车价格在 500 左右

$$V_{p4} = 500 / (5 \times 365) = 0.27 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

交通方式	公共交通	摩托车	电动车(限制前)	电动车(限制后)	自行车
日均购买成本 $V_p$ /元/ (人·天)	0	1.64	1.64	1.64	0.27

表 5.4 不同交通方式日均购买成本表

#### (5) 通勤成本计算

$$V_{ti} = V_{ot} \times \alpha \times t_i$$

$$P_{3i} = V_{oi} + V_{ti} + V_{pi}$$

$$P_{31} = V_{o1} + V_{t1} + V_{p1} = V_{o1} + V_{ot} * \alpha_1 * t_1 + V_{p1} \quad (5-2-4)$$

$$= 8 + 52.678 \times 1 \times 1.6 + 0 = 100.2848 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$$P_{32} = V_{o2} + V_{t2} + V_{p2} = V_{o2} + V_{ot} * \alpha_2 * t_2 + V_{p2} \quad (5-2-5)$$

$$= 4.79 + 52.678 \times 0.8 \times 0.7983 + 1.64 = 40.0623 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

限制前:

$$P_{33} = V_{o3} + V_{t3} + V_{p3} = V_{o3} + V_{ot} * \alpha_3 * t_3 + V_{p3} \quad (5-2-6)$$

$$= 4.79 + 52.678 \times 0.8 \times 0.7983 + 2.74 = 41.1623 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$$= 0.376 + 52.678 \times 0.6 \times 1.1176 + 1.64 = 37.3308 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

限制后:

$$P'_{33} = V_{o3} + V'_{t3} + V_{p3} = V_{o3} + V_{ot} * \alpha_3 * t'_3 + V_{p3} \quad (5-2-7)$$

$$= 4.79 + 52.678 \times 0.8 \times 0.7983 + 2.74 = 41.1623 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$$= 0.376 + 52.678 \times 0.6 \times 1.8627 + 1.64 = 60.8900 (\text{元} / (\text{人} \cdot \text{天}))$$

$$P_{34} = V_{o4} + V_{t4} + V_{p4} = V_{o4} + V_{ot} * \alpha_4 * t_4 + V_{p4} \quad (5-2-8)$$

$$= 52.678 \times 0.5 \times 1.8627 + 0.27 = 49.3317(\text{元}/(\text{人} \cdot \text{天}))$$

限制前:

$$P_3 = \sum P_{3i} \times m_i \quad (5-2-9)$$

$$= 100.2848 \times 0.5710 + 40.0623 \times 0.2012 + 37.3308 \times 0.1376$$

$$+ 49.3317 \times 0.0902 = 75.1309(\text{元}/(\text{人} \cdot \text{天}))$$

限制后:

$$P'_3 = \sum P_{3i} \times m'_i \quad (5-2-10)$$

$$= 100.2848 \times 0.7131 + 41.1623 \times 0.0705 + 60.8900 \times 0.1202$$

$$+ 49.3317 \times 0.0962 = 86.4797(\text{元}/(\text{人} \cdot \text{天}))$$

$$\nabla P_3 = P'_3 - P_3 = 86.4797 - 75.1309 = 11.3485(\text{元}/(\text{人} \cdot \text{天}))$$

#### 5.2.4 S1 模型的建立 (道路通行能力提升所带来的经济效益)

摩托车由于拥有牌照, 因此须遵守交通规则, 对于交通流的影响较小。而电动车因没有相关法律约束以及不须牌照, 因此对于交通流通行能力影响较大。

$$C_{\text{实}} = f_1 f_2 f_3 C \quad (5-2-11) \quad [5]$$

$C_{\text{实}}$ ——路段实际通行能力

$f_1$ ——重型车辆修正系数

$f_2$ ——电动车修正系数

$f_3$ ——依照国家标准对车道的实际通行能力的折减系数

$$f_2 = \frac{1}{1 + p_2(1 - ET)} = 0.9 \quad (5-2-12) \quad [5]$$

$p_2$ ——电动车在车流中的比重

$ET$ ——折算系数 0.1

这里, 依照交通需求结构, 将  $p_2$  取为电动车相应需求比例  
“禁摩限电”后路段实际通行能力

$$C'_{\text{实}} = \frac{C_{\text{实}}}{f_2} = 1.11 C_{\text{实}} \quad (5-2-13) \quad [5]$$

当交通量大于通行能力, 出现拥堵, 产生拥堵成本。设在通勤高峰内, “禁摩限电”前交通量大于通行能力的概率为  $\rho_1$  禁摩限电后交通量大于通行能力的概率为  $\rho_2$ ,

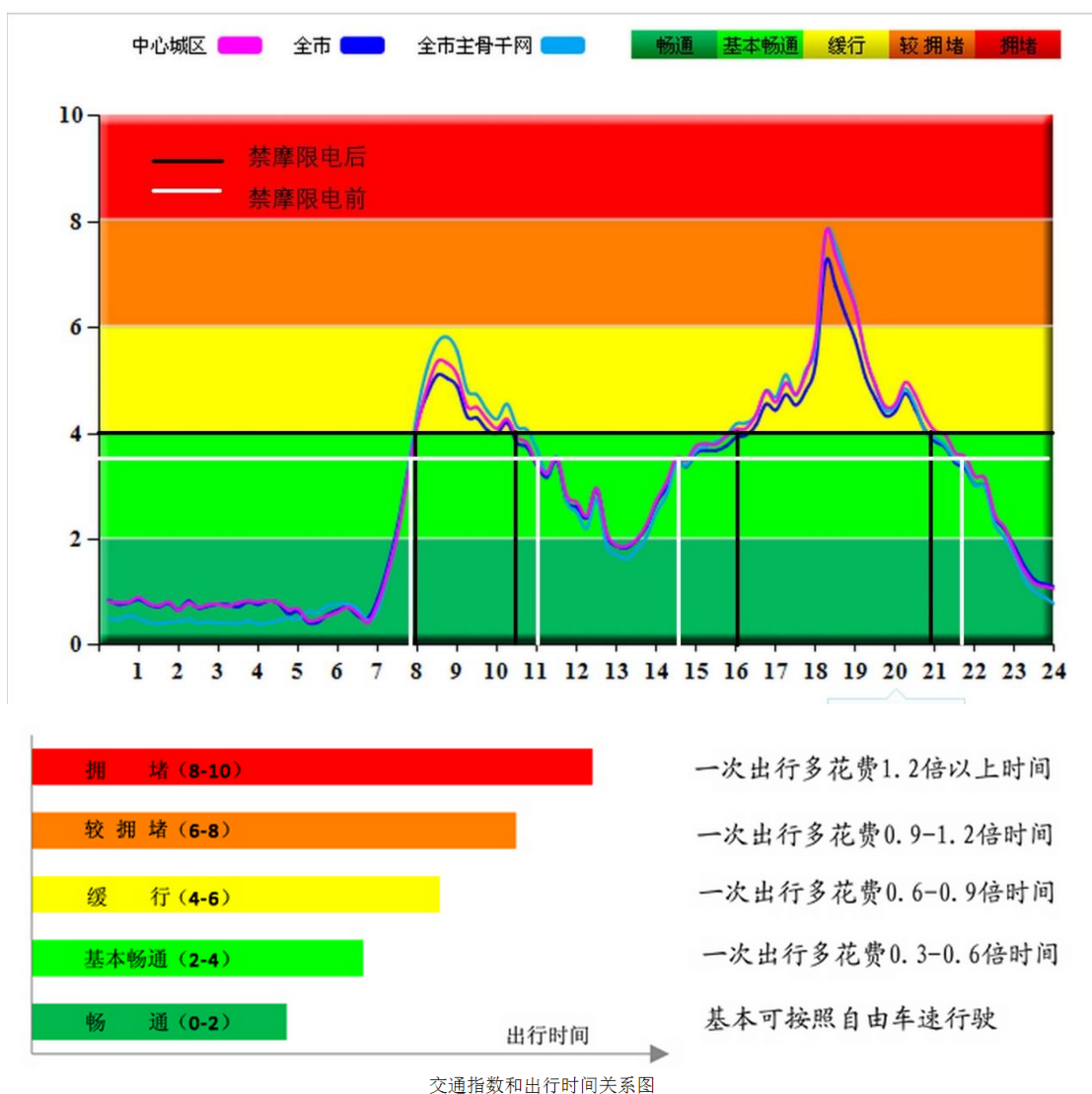


图 5.1 “禁摩限电”前后道路交通运行指数图<sup>[8]</sup>

将“禁摩限电”后的实际通行能力设为 4，则“禁摩限电”前实际通行能力值为 3.6。通过计算可得  $\rho_1=0.8071$ ； $\rho_2=0.5286$

$$CC=\alpha \times Vot \times T \times m \times a \quad (5-2-15) \quad [5]$$

$$=\alpha \times Vot \times (L/V_c - L/v) \times m \times a$$

$$=1.5 \times 52.678 \times (50/(40 \times 0.75) - 50/40) \times 899.24 \times 10^4 \times 32.40\% = 9.592 \times 10^7 \text{ (元/天)}$$

$\alpha$ ——汽车的价值系数

$Vot$ ——深圳的单位时间价值 (元/h)

$T$ ——汽车的日损失时间

$L$ ——汽车的日行驶里程 (km)

$V_c$ ——汽车拥挤时的速度 (km/h)

$v$ ——汽车的速度 (km/h)

$m$ ——深圳的总从业人口数

$a$ ——汽车的使用比例

在深圳主干道上，汽车的平均行驶速度为 40km/h。据调查各交通工具拥挤

时平均速度是平时的四分之三。汽车的日行驶里程约为 50km。由深圳统计数据得，深圳总从业人口数为 899.24 万人

$$CC' = \frac{CC}{n \times N} = \frac{9.592 \times 107}{1.5 \times 312 \times 104} = 20.4957 \text{ (元/人} \cdot \text{天)} \quad (5-2-14)$$

CC'——汽车的拥挤成本（元/人·天）

n——汽车平均乘坐乘客数（人）

N——2015 年末汽车的车辆数

其中 2015 年末汽车的车辆数 N 为 312 万辆。CC 为汽车的日拥挤成本（元/天）。

$$S1 = (p_2 - p_1) \times CC' = 5.7081 \text{ (元/人} \cdot \text{天)}$$

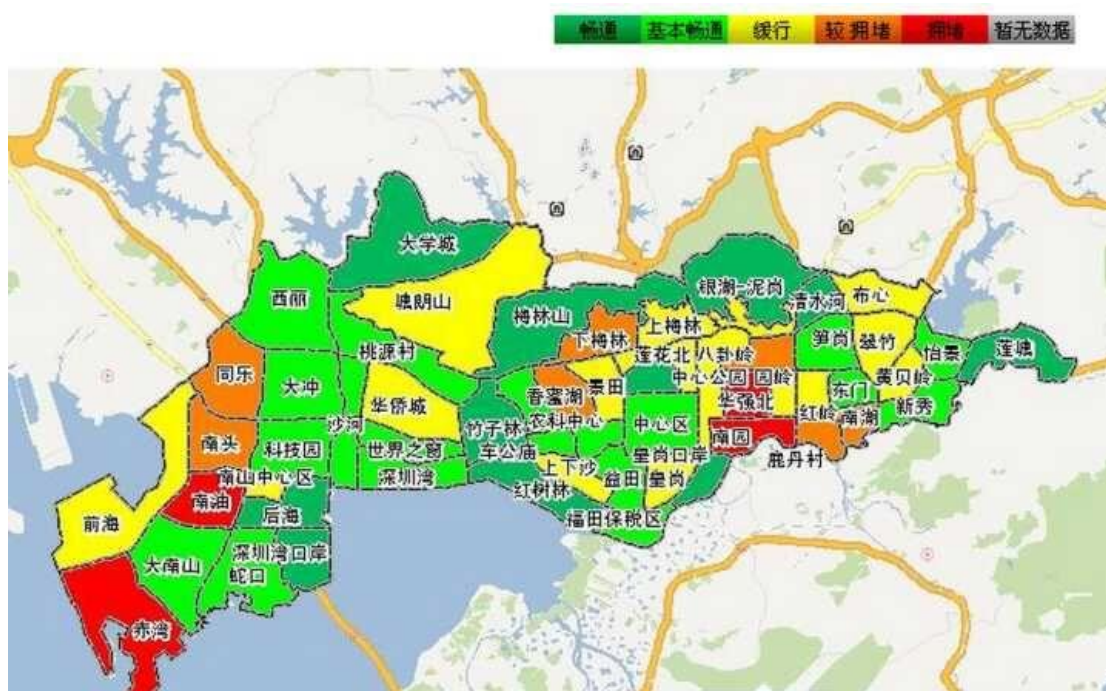


图 5.2 深圳市各区晚高峰交通指数<sup>[8]</sup>

### 5.2.5 S2 模型的建立（安全效益的计算）

设摩托车的交通事故成本为  $AC_1$ ，电动车的交通事故成本为  $AC_2$ ，个人生命财产安全成本为  $P_5$ ，则安全提升带来的效益为

$$S_2 = AC_1 + AC_2 + P_5 \quad (5-2-16) \quad [7]$$

$$P_5 = \text{人均 GDP} \times \text{len} \times \text{death} / (\text{Pop} \times 365) = 44,653.00 \text{ 元/年} \times 20 \text{ 年} \times 339 \text{ 人} / (1137.89 \text{ 万人} \times 365) = 0.0729$$

len——赔偿年限

$$AC_i = \frac{C(P) \times \beta_i}{N_i \times n_i \times 365} \quad (5-2-17) \quad [5]$$

$AC_i$ ——第 i 种交通工具的交通事故成本（元/人/天）

$C(P)$ ——2015 年深圳交通事故的损失成本

$\beta_i$ ——第 i 种交通工具所占造成交通事故的比例

$N_i$ ——2015 年末第 i 种交通工具的车辆数（辆）

$n_i$ ——第 i 中交通工具平均乘坐的乘客数（人）

交通事故方面,2015 年一月到 7 月深圳共发生道路交通事故 940 起,死亡 440 人,受伤 934 人,直接经济损失 410.041 万元;涉及摩托车、电动车的道路交通事故共 442 起,造成 198 人死亡、467 人受伤,分别占全市统计上报总数的 47%、45%和 50%

2015 年深圳市交通事故情况				
	事故数量/起	死亡人数/人	受伤人数/人	直接经济损失/万元
总道路事故	940	440	934	410. 04
摩托车、电动三轮车事故	442	198	467	
所占比例/%	47	45	50	

表 5-5 深圳市 2015 年交通情况调查表

取  $C(P)=\frac{410.041}{7/12}=702.927(\text{万元})$

一年由摩托车及电动车造成死亡的人数  $\text{death}=198/(7/12)=339(\text{人})$

$\beta_1=22\%, \beta_2=25\%, N_1=10 \text{ 万辆}, N_2=390 \text{ 万辆}, n_1=1.2, n_2=1.0$

$AC_1=0.039 \text{ (元/ (人} \cdot \text{天))} \quad AC_2=0.0012(\text{元/ (人} \cdot \text{km)})$

**$S2=AC_1+AC_2+PS=0.1091 \text{ (元/(人} \cdot \text{天))}$**

5.2.6 S3 模型的建立（环境效益的计算）

环境污染效益包括噪声污染 NC 和大气污染 BC 两个方面。  
 本文目前只拥有北京对于噪声污染以及大气污染带来的污染成本，所以这里要计算深圳市与北京市的相比较的折减系数 β

	年末机动车辆数 N（万辆）	年末实有铺装道路面积 S（万 m²）
北京	559. 1	10002
深圳	314. 7	11496

折减系数：

$$\beta = \frac{N_{\text{深圳}}+S_{\text{深圳}}}{N_{\text{北京}}+S_{\text{北京}}} \times 100\% \quad (5-2-18) \quad [5]$$

$$\frac{314.7+11496}{559.1+10002} \times 100\%=119\%$$

根据GB1459—79《机动车辆允许噪声标准》和GB1496．79《机动车辆噪声测量方法》，可以得到各个城市道路交通噪声污染的测量方法，道路



交通噪声污染造成的经济损失，可以通过抽样调查统计得到，北京平均每天1辆车运行1km其噪声造成的社会经济损失达到2.19元 / 车·km。<sup>[4]</sup>则深圳市每天噪声造成的经济损失为：

$$NC=2.19 \times \beta =2.19 \times 119\%=2.45 \text{ (车.km)}$$

由于各种出行方式造成的噪声污染程度不同，因此各种出行方式的噪声所带来的经济损失也不同。本文对噪声污染成本的计算采用费用分摊法，即通过各出行方式的污染指标不同，然后求出各出行方式所造成的噪声污染的百分比，最后把深圳市日噪声污染成本按所求出的百分比进行费用分摊。由公式(5-2-19)计算如表5.2.1所示为深圳市各出行方式的噪声污染成本表。

$$NC_i=\frac{NC \times a_i}{n_i} \qquad (5-2-19)^{[5]}$$

NC<sub>i</sub>—第i类交通方式造成的噪声污染成本(元 / 人·km)；  
NC—深圳市每天因噪声造成的经济损失(元 / 车·km)；  
a<sub>i</sub>—第i类交通方式的污染占总的噪声污染的百分比；  
n<sub>i</sub>—第i种交通工具平均乘坐的乘客数(人)；

	摩托车	小汽车	出租车	公交车	其他
噪声污染指标（以公共汽车为1）	18.23	17.33	12.09	1.00	0.67
所占百分比（%）	36.96	35.20	24.55	2.03	1.26
每天噪声污染成本（元/车.km）	0.58	0.52	0.37	0.05	0.03
每人每公里的噪声成本（元/人.km）	0.49	0.35	0.18	0.001	0

表5.6 深圳市各出行方式噪声污染表

城市道路上行驶的汽车排放出大量的废气，对城市空气造成污染。汽车废气中含有大量的二氧化碳、烃苯化合物、一氧化碳、含铅微粒等，是城市空气的主要污染源之一。空气污染而造成的物质财产损失及居民健康损失都应列入该项成本之中。空气污染对人体的危害分为急性危害、慢性危害和远期危害，这些危害带来巨大的经济损失，涉及到的影响因素很多，根据各个部门提供的城市道路交通空气污染物质量浓度的实测数据，通过长期的社会调查、统计确定每年或每5年，由于道路交通空气污染造成的经济损失。北京空气污染资料表明，平均每天1辆车运行1km造成的社会经济损失为3.29元 / 车.km。则深圳市交通出行造成的空气污染的经济损失为：

$$BC=3.29 \times \beta =3.29 \times 119\%=3.92 \text{元/车.km}$$

由于各种出行方式造成的空气污染程度不同，因此各种出行方式的空气污染所带来的经济损失也不同。本文对空气污染成本同样采用费用分摊法由公式(5-2-20)计算如表5.2.2为深圳市各出行方式的空气污染成本表

$$BC_i=\frac{BC \times B_i}{N_i} \qquad (5-2-20)^{[5]}$$

BC<sub>i</sub>—第i类交通方式造成的空气污染成本(元 / 人.km)

BC—深圳市每天因噪声造成的经济损失(元 / 车 · km)；

Bi—第i类交通方式的污染占总的空气污染的百分比；

Ni—第i种交通工具平均乘坐的乘客数(人)

	摩托车	小汽车	出租车	公共汽车
空气污染指数(以公共汽车为1)	20.35	17.87	13.44	1.00
所占百分比(%)	43.61	38.29	28.80	2.14
每天空气污染成本(元/车·km)	0.88	0.80	0.58	0.04
每人每公里的空气污染成本(元/人·km)	0.74	0.53	0.28	0.002

表5.7 深圳市各出行方式空气污染表

$S_3$ :  $S_3$ 由两部分组成,即由于“禁摩限电”所减少的噪声成本以及空气污染成本。设“禁摩限电”之前每一种交通方式所占比例为 $m_i$ ,“禁摩限电”之后每一种交通方式所占比例为 $m_i'$ ,则有 $0 \leq m_i \leq 1$ 、 $0 \leq m_i' \leq 1$ 、 $\sum m_i = 1$ 且 $\sum m_i' = 1$ 。

$$S_{3r} = \sum m_i r_i - \sum m_i' r_i' \quad (5-2-22)$$

$$S_3 = Dis \times S_{3r} \quad (5-2-24)$$

$S_3$ —“禁摩限电”带来的污染成本降低值(元/(人·天))

$m_i$ —“禁摩限电”之前每一种交通方式所占比例

$r_i$ —对应交通方式每人每公里的空气污染成本(元/(人·天·km))

$m_i'$ —“禁摩限电”之后每一种交通方式所占比例

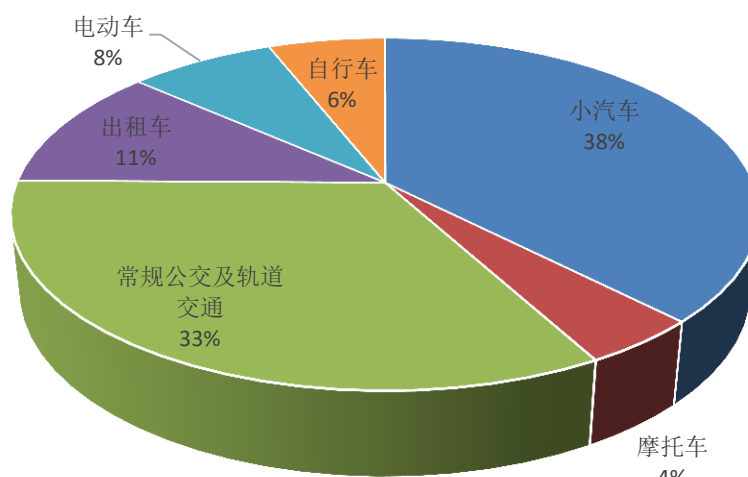
$r_i'$ —对应交通方式每人每公里的空气污染成本(元/(人·天·km))

$S_{3r}$ —单位距离所节约的污染成本

2015年深圳市交通方式出行分担率					
小汽车	摩托车	常规公交及轨道交通	出租车	电动车	自行车
37.60%	4.40%	33.20%	11.30%	7.50%	6%

表5.8 2015年深圳市交通方式出行分担率

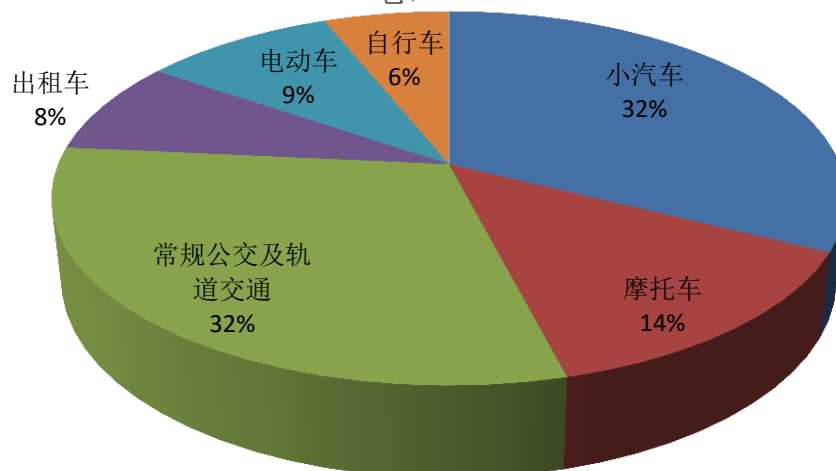
2015年深圳市交通方式出行分担率



“禁摩限电”后居民出行交通方式分布

若无禁摩限电政策（预测数据）					
小汽车	摩托车	常规公交及轨道交通	出租车	电动车	自行车
32.40%	13.60%	30.50%	8.10%	9.30%	6.10%

2015年深圳市交通方式出行分担率（无禁摩限电）



若无“禁摩限电”出行方式分布（预测）

$$S_{3r} = \sum m_{iri} - \sum m_i 'ri' = (0.002 \times 0.3050 + 0.28 \times 0.1198 + 0.53 \times 0.3240 + 0.74 \times 0.2012) - (0.002 \times 0.3320 + 0.28 \times 0.1130 + 0.53 \times 0.3760 + 0.74 \times 0.0705) = 0.067414 \text{ (元/ (人} \cdot \text{天} \cdot \text{km))}$$

取通勤平均距离Dis=27.94km, 则

$$S_3 = Dis \times S_{3r} = 27.94 \times 0.067414 = 1.8835 \text{ (元/ (人} \cdot \text{天))}$$

### 5.3 评价模型的建立

(1) 基于综合效益量化分析的“禁摩限电政策”选择评价模型。

这里记“禁摩限电”后, 个人承担社会成本的增加为 $\Delta P$ , 社会效益的提升为 $\Delta S$ , 综合效益变化量为 $\Delta W$ , 由于社会成本和社会效益的提升在模型中占有不同的比重, 这里假设 P 占权重  $m_p$ , S 占权重  $m_s$  则有

$$\Delta W = m_s \Delta S - m_p \Delta P$$

$$\text{其中 } \Delta S = \sum \Delta S_i \times m_{si} \quad \Delta P = \sum \Delta P_i \times m_{pi}$$

我们针对各要素的重要性进行了问卷调查, 并将结果归一化, 得到:

$$m_s = 0.7515 \quad m_p = 0.2488$$

$$m_{s1} = 0.2812 \quad m_{s2} = 0.4388 \quad m_{s3} = 0.2799$$

$$m_{p1} = 0.1465 \quad m_{p2} = 0.4190 \quad m_{p3} = 0.4344$$

$$\begin{aligned} \Delta W &= 0.7515 \times (0.2812 \times 5.7081 + 0.4190 \times 0.107 + 0.4344 \times 1.88) - 0.2488(0.1465 \times 2.136 + 0.4190 \times 1.788 + 0.4344 \times 11.348) = 0.3630 \text{ (元/ (人} \cdot \text{天))} > 0 \end{aligned}$$

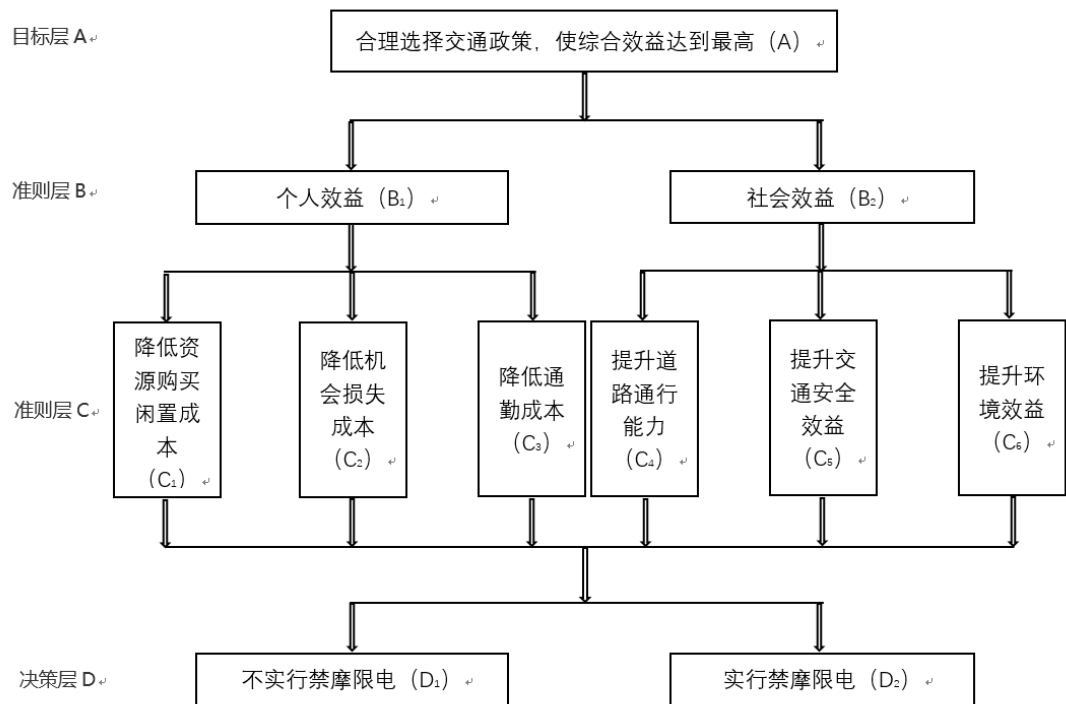
故实行禁摩限电政策后, 综合效益提升。

(2) 基于层次分析法(AHP)的“禁摩限电政策”选择评价模型。

AHP (Analytic Hierarchy Process) 层次分析法是美国运筹学家 T. L. Saaty 教授于二十世纪 70 年代提出的一种实用的多方案或多目标的决策方法, 是一种定性与定量相结合的决策分析方法。常被运用于多目标、多准则、多要素、多层次的非结构化的复杂决策问题, 特别是战略决策问题, 具有十分广泛的实用性。用 AHP 分析问题大体要经过以下四个步骤:

#### ① 建立层次结构模型

将决策的目标、考虑的因素(决策准则)和决策对象按它们之间的相互关系分为最高层、中间层和最低层, 绘出层次结构图。



## ② 构造判断矩阵

因素 比因素	量化值
同等重要	1
稍微重要	3
较强重要	5
强烈重要	7
极端重要	9
两相邻判断的中间值	2, 4, 6, 8

$$\text{结合 } m_s = 0.7515 \quad m_p = 0.2488$$

$$m_{s1} = 0.2812 \quad m_{s2} = 0.4388 \quad m_{s3} = 0.2799$$

$$m_{p1} = 0.1465 \quad m_{p2} = 0.4190 \quad m_{p3} = 0.4344$$

得到判断矩阵

	B1	B2		B1	C1	C2	C3		B2	C4	C5	C6
B1	1	1/3		C1	1	1/4	1/6		C4	1	1/2	1
B2	3	1		C2	4	1	1/2		C5	2	1	2
				C3	6	2	1		C6	1	1/2	1
C1	D1	D2		A	D1	D2			C3	D1	D2	
D1	1	3		D1	1	5			D1	1	5	
D2	1/3	1		D2	1/5	1			D2	1/5	1	

C4	D1	D2		C5	D1	D2			C6	D1	D2	
D1	1	1/5		D1	1	1/7			D1	1	1/3	
D2	5	1		D2	7	1			D2	3	1	

### ③通过 Matlab 进行求解

```

clc
a=[1,1/3;3,1];
[x,y]=eig(a);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci1=(lamda-2)/1;
w1=x(:,1)/sum(x(:,1))
b1=[1,1/4,1/6;4,1,1/2;6,2,1];
[x,y]=eig(b1);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci21=(lamda-3)/2;cr21=ci21/0.58
w21=x(:,1)/sum(x(:,1))
b2=[1,1/2,1;2,1,2;1,1/2,1];
[x,y]=eig(b2);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci22=(lamda-3)/2;cr22=ci22/0.58
w22=x(:,1)/sum(x(:,1))
c1=[1 5;1/5 1];
[x,y]=eig(c1);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci31=(lamda-2)/1;
w31=x(:,1)/sum(x(:,1))
c2=[1 7;1/7 1];
[x,y]=eig(c2);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci32=(lamda-2)/1;
w32=x(:,1)/sum(x(:,1))
c3=[1 5;1/5 1];
[x,y]=eig(c3);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci33=(lamda-2)/1;
w33=x(:,1)/sum(x(:,1))
c4=[1 1/5;5 1];
[x,y]=eig(c4);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci34=(lamda-2)/1;
w34=x(:,1)/sum(x(:,1))
c5=[1 1/7;7 1];
[x,y]=eig(c5);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci35=(lamda-2)/1;
w35=x(:,1)/sum(x(:,1))
c6=[1 1/3;3 1];
[x,y]=eig(c6);eigenvalue=diag(y);lamda=max(eigenvalue);
ci36=(lamda-2)/1;
w36=x(:,1)/sum(x(:,1))
w22*w1(2,1)
w_sum1=[w21*w1(1,1)
]

```

```
w_sum2=[w31,w32,w33]*w21,[w34,w35,w36]*w22]*w1      ci1=[ci21,ci22];
cr1=ci1*w1/sum(0.52*w1);
ci2=[ci31,ci32,ci33,ci34,ci35,ci36];
```

④Matlab 求解得到 C 层次与 D 层次的总排序分别为：

C1	C2	C3	C4	C5	C6
0.0222	0.0808	0.1469	0.1875	0.3750	0.1875

D1	D2
0.3367	0.6633

结果表明，实行禁摩限电（D2）的权重（0.6633）远大于不实行“禁摩限电”（D1）的权重（0.3367），因此，最终的决策方案是实行“禁摩限电”（D2），“禁摩限电”的可行性得到验证。

## 参考文献

- [1] 高丽杰, 高利平, 刘智丽等. 公交服务水平评价的 Fuzzy Logic 模型[J]. 城市公共交通. 2009 (10): 25-29。
- [2] 文子娟. 公路客运服务满意度评价研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2007.
- [3] 刘灿奇编著. 现代交通规划学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.6.
- [4] 张瑞生, 周伟, 姜采良 城市客运结构评价体系及评价方法[J]. 长安大学学报. Vol.24, No.4, 2004 年 7 月
- [5] 高婷婷, 城市不同交通方式的出行成本数量化研究 [学位论文] 硕士 2006
- [6] 沈航, 基于马尔科夫方法得大城市公共交通需求结构演变研究[学位论文] 硕士 2012
- [7] 孙伟, 城市道路交通安全评价指标体系研究[学位论文] 硕士 2007
- [8] 深圳市交通运输委员会, 全市概况, <http://szmap.sutpc.com/index.aspx>, 2016 年 5 月 2 日。
- [9] 深圳统计, 2015 年深圳国民经济和社会发展统计公报, [http://www.szstj.gov.cn/xxgk/tjsj/tjgb/201604/t20160426\\_3606261.htm](http://www.szstj.gov.cn/xxgk/tjsj/tjgb/201604/t20160426_3606261.htm), 2016 年 4 月 26 日



附录:

深圳市快递公司受“禁摩限电”影响统计表		
公司名称	“禁摩限电”前发件量(件/日)	“禁摩限电”后发件量(件/日)
中通快递	84757	72637
申通快递	74632	63788
圆通快递	76388	62976
雅仕快递有限公司	43672	38367
佳丽德国际快递有限公司	35277	23469
鹏城达快递有限公司	25461	19874
深圳时达快递	43526	37374
深圳银捷速递	31726	17633
大诚国际速递	46563	33462
宅急送快运	27886	19368
深快国际快运	34624	25653
EMS	74683	67297
恒威物流公司	28738	18736
祥龙运通物流公司	36287	27893
嘉速通物流有限公司	26736	13798

大宇国际物流有限公司	45432	33677
贵州穗黔物流有限公司	35782	28737
先锋货运代理有限公司	26763	19307
速盈物流有限公司	34525	29748
恒路物流有限公司	15253	7849
顺丰有限公司	87393	77937
韵达快递	84864	78839

表一：深圳市部分快递公司“禁摩限电”前后日收件量

交通方式	深圳市全日平均出行时间（分钟）					
	2000 年	2002 年	2004 年	2005 年	2010 年	2015 年
小汽车	40.8	42.3	39.4	40.3	42.4	38.3
出租车	44.1	33.4	37.2	37.7	36.8	37.4
地铁	65.8	72.9	66.1	67.3	66.4	68.4
公交车	62.7	63.2	63.6	62.5	61.7	60.9
班车	55.6	61.6	56.1	56.4	57.2	56.2
自行车	24.7	24.8	26.8	27.1	28.8	29.2
摩托车	35.7	36.8	20.8	18.9	16.8	17.9
电动车	37.8	39.2	33.5	27.8	28.5	29.2

表二：深圳市历年不同交通方式平均出行时间

交通方式	高峰平均出行时间（分钟）					
	2000 年	2002 年	2004 年	2005 年	2010 年	2015 年
小汽车	36	37	34	39	38	37
地铁	61	64	67	75	76	72
公交车	60	63	62	66	64	70
出租车	45	43	40	46	54	52
班车	52	51	53	51	52	54
自行车	23	25	24	23	23	24
摩托车	39	42	39	38	40	42
电动车	37	38	37	36	37	40
步行	14	13	15	13	14	15

表三：深圳市历年不同出行方式高峰时段平均出行时间表

	公交/轨道交通出行时间构成表		
	公交车内	步行	等车/换乘
时间（分钟）	42.6	15	8.6
比例（%）	64	23	13

表四：深圳市公交/轨道交通出行时间构成表

居民不同目的出行距离及平均耗时						
	上班	上学	公务	购物	娱乐	探访亲友
出行距离/公里	4.373	2.256	6.231	1.964	2.178	5.027
平均耗时/分钟	29.4	22.5	37.6	24.3	41.1	33.5

表五：深圳市居民不同目的出行距离及平均耗时

城市交通方式常速时占用道路资源表					
交通工具	小汽车	摩托车	电动三 轮车	公交车	出租车
人数/人	1.5	1.2	1	40	2
车头时距/m	40	20	8	35	40
车道宽度/m	3	2	1	3.5	3
占用道路面积 m <sup>2</sup>	120	40	8	122.5	120

表六：城市主要交通方式常速时占用道路资源表

个人效益以及社会效益重要程度调查表		
重要程度	社会效益/人	个人效益/人
5	185	23
4	153	33
3	134	86
2	83	145
1	42	174
0	18	154
总计	615	615
平均值	4.77	1.58

表七：个人效益以及社会效益重要程度调查表

个人效益中各部分重要程度调查表			
重要程度	闲置成本/人	机会损失成本/人	通勤时间上升成本/人
5	11	155	176
4	13	158	159
3	35	137	134
2	111	70	58
1	267	47	45
0	178	48	43
总计	615	615	615

平均值	1.14	3.26	3.38
-----	------	------	------

表八：个人效益中各部分重要程度调查表

社会效益各部分重要程度调查表			
重要程度	通行能力提升效益/人	安全效益	环境效益
5	76	167	67
4	52	186	56
3	115	148	137
2	147	37	133
1	145	44	132
0	80	33	90
总计	615	615	615
平均值	2.23	3.48	2.22

表九：社会效益各部分重要程度调查表