

# Low-Carbon Living Populations of Mode of Travel Mode

Fuzhou Luo<sup>1</sup>, Hufeng Yang<sup>2</sup>, Rui Ma<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, 710055, Xi An, China

<sup>2</sup>School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, 710055, Xi An, China

<sup>3</sup>Qinghai Provincial Party School of the CPC, 810008, Xi Ning, China

Email: yanghufeng25@sina.com

**Abstract:** This article is studied by a low carbon life of theory and low-carbon economy theory, by a social group for the study of vectors, by their travel mode on, first of all, it is objectively proposed social groups travel in some of the problems of energy waste; secondly analysis of the causes of these problems; last, find the solution to these problems; and finally on the further improvement of the urban population of low-carbon lifestyle make prospects.

**Keywords:** Low-carbon living; social groups; travel mode

## 低碳生活人群出行方式的模式研究

罗福周<sup>1</sup>, 杨虎峰<sup>2</sup>, 马瑞<sup>3</sup>

<sup>1</sup>西安建筑科技大学, 西安, 中国, 710055

<sup>2</sup>西安建筑科技大学, 西安, 中国, 710055

<sup>3</sup>中共青海省委党校, 西宁, 中国, 810008

Email: yanghufeng25@sina.com

**摘要:** 本文以低碳生活的理论与低碳经济理论为指导, 以社会群体为研究载体, 以他们的出行方式为研究对象, 首先是从客观的角度提出目前社会群体出行方面存在的一些能源浪费问题; 其次分析造成这些问题的原因; 再次找出解决这些问题的方法; 最后对进一步完善我国城市人群低碳生活的方式做出展望。

**关键词:** 低碳生活; 社会群体; 出行方式

### 1. 低碳生活概念界定

低碳, (low carbon), 意指较低(更低)的温室气体(二氧化碳为主)排放。就是低能量, 低消耗的生活方式。“低碳生活”(low-carbonlife), 就是指生活作息时所耗用的能量要尽力减少, 从而减低碳, 特别是二氧化碳的排放量, 从而减少对大气的污染, 减缓生态恶化<sup>[1]</sup>。

低碳生活代表着更健康、更自然、更安全的生活, 同时也是一种低成本、低代价的生活方式。低碳不仅是企业行为, 也是我国提倡的生活方式。

### 2. 社会群体出行方式的现状

随着我国城市化进程的加快, 社会群体的出行方式日趋多样。总的说来, 有以下几种: 空: 飞机; 水: 船; 陆: 步行、自行车、摩托车、小汽车、公交车、地铁、高架轻轨、火车。但从人类的出行习性和各地

的发展水平的角度出发, 人们出行方式经常以陆行的方式出行。

根据 2009 年第二期《交通世界 运输 车辆》的统计数据表明, 在人们的出行方式中: 7.52% 步行、10.41% 骑自行车、23.37% 骑摩托车、30.25% 坐小汽车、20.09% 坐公交车、8.36% 坐火车。

相关参考数据: 在七种日常出行方式中, 单就运行效率而言, 小汽车最低, 甚至不如步行效率。譬如在 3.7 米宽的车道上, 小汽车每小时最多能运载 3600 人通行; 公共汽车在半饱和的状态下, 每小时可运载 6 万人, 是小汽车的 17 倍; 地铁每小时可运载 3.3 万人, 是小汽车的 9 倍; 而半饱和的火车每小时可运载 4.2 万人, 是小汽车的 12 倍。一条公路快车道可以轻松容纳两条自行车道, 每小时可通行 1.06 万辆自行车, 是小汽车的 3 倍; 每小时可通行 2.5 万辆摩托车, 是小汽车的 6 倍多; 即便是步行, 一条快车道宽的道路上, 每小时也可通过 6300 个步行者, 是小汽车的

1.7 倍。不仅如此,小汽车运送每位乘客所需的交通面积是自行车的 4 倍,是摩托车的 3 倍,是有轨电车的 20 倍,是地铁的 6 倍至 12 倍,是步行的 40 倍。

在城市中生活,人们不仅要当心那些在公路上疯狂飙车的马路杀手,还要时刻小心暴露在超微颗粒(容易被人吸入,造成人体伤害)中给人体带来的危害。这里所说的超微颗粒是指那些主要由交通工具释放出的直径小于 100 纳米的微粒。这些交通工具释放的废气,也会污染大气,尤其是废气中大量的二氧化碳排放,会引起地球的“温室效应”,会给人类带来灾难。

发表在最近出版的《大气环境》月刊上的一份报告,研究人员分别对人们采用七种不同交通方式(步行、骑自行车、驾驶摩托车、驾驶私家车、乘坐公交车、乘坐地铁以及乘坐火车)出行时,周围环境中的超微颗粒水平进行了考察。结果显示,乘坐私家车、驾驶摩托车、乘坐火车、乘坐地铁、乘坐公交车、骑自行车以及步行时,人体所处环境中的超微颗粒数量依次递减,分别为每立方厘米 10.8 万个、9.5 万个、4 万个、3.8 万个、2.5 万个、8000 个以及 5000 个。

### 3. 社会群体日常出行方式及原因分析

#### 3.1 日常出行方式分析

由于城市化进程中,社会群体成员之间自身的情况不同。再加上环保要求,在低碳生活这一主题倡导下,选择环保的出行方式就成了大家的追求。

(1)步行优点:时间自由掌握,即使在上下班的交通高峰期,也不会因为堵车而迟到;公共汽车、地铁不设站的地方也能自由到达;真正环保,不会产生有害气体,不需要消耗能源;可以锻炼身体,健美。

缺点:受天气制约,风、雨、雪、炎热、寒冷都对出行造成不便;在交通高峰路段、空气质量差的地段,被动吸入汽车的尾气,对人体造成伤害;速度慢,依赖人力,不宜远距离出行。

(2)自行车优点:和步行优点相似,多一项,购买和维修自行车都比较便宜。

缺点:和步行缺点相似,多四项,自行车中途故障,爆胎、脱链等带来的麻烦很大;自行车半路一旦出现故障,不一定能就近找到地方维修;自行车的停放处不容易找;不安全的地方停放,容易丢车。

(3)摩托车优点:相比汽车,成本低;相比骑自行车与步行,速度快;时间自由掌握,即使在上下班的交通高峰期,也不会因为堵车而迟到;公共汽车、地

铁不设站的地方也能自由到达。

缺点:维修困难;受天气制约,风、雨、雪、炎热、寒冷都对出行造成不便;有禁摩令的限制;发生交通事故的机率大;环保差,人均耗能和排污远远高于公共交通工具;不安全的地方停放,容易丢车。

(4)轿车优点:自主性强,舒适度高,体面。

缺点:成本远远高于公共汽车和地铁;高峰期堵车,出行时间仍然不能保证;小汽车出行,人均排放污染和耗能远远高于公共交通工具。

(5)公共汽车优点:作为代步工具,速度比步行和骑车要快;节省开支,成本仅仅高于步行和骑车;交通意外的机率明显小于小汽车;环保,人均耗能和排污远远小于小汽车。

缺点:交通高峰期,公共汽车容易堵车,不能保证您准时到达目的地;车站和车次有限,不能够随时随处乘坐;高峰期拥挤。

(6)地铁/城铁优点:速度快,准时;发生交通事故的几率非常小;人均耗能和排污都比公共汽车小,环保;摄像头等安全装置使得被偷窃的可能性大大降低;乘坐环境舒适,一般冬暖夏凉。

缺点:地铁站和车次有限,不能够随时随处乘坐;高峰期拥挤;费用略高于公共汽车,比出租车便宜。

(7)火车优点:速度快,准时;发生交通事故的几率非常小;人均耗能和排污都比公共汽车小,环保;配备乘警,公共安全高;乘坐环境舒适且价格低廉。

缺点:火车站和车次有限,不能够随时随处乘坐;高峰期拥挤;购票排队时间长;进出站麻烦。

#### 3.2 原因分析<sup>[3]</sup>

社会群体的出行方式有着多方面的原因。这些原因可以分为三类:社会发展规律、制度原因、社会群体特征、节约能源与保护环境。

##### 3.2.1 社会发展规律

在城市化的加速增长的阶段,城市化发展速度加快,第二三产业全面崛起,工业化成为城市化的主要动力。城市化的进程伴随着多种交通工具的出现。在此阶段,城市的数量急剧增加,大城市和特大城市的发展尤为迅速,同时城市内部以及城市之间的联系日益紧密。我国人口众多,国土面积大;人口流动的数量、规模以及频率都很巨大。这三个问题都导致了现

阶段的我国的出行方式多样化。

### 3.2.2 制度原因

我国政策规定，允许一部分地区通过正当手段先富起来，然后，先富带动后富，最终达到共同富裕。由于城市的发展程度不一样，地区发展也不平衡，所以，各个城市的交通工具也不一样，各地的交通制度也不相同，呈现出了各自的特色。

在各个城市具体的情况下，禁摩令、停车价格、车价放低、车票降低、高速公路收费等制度，都无不时时刻刻影响着人群的出行方式，使人们在选择交通工具和出行方式上，呈现出了多样性。

### 3.3 社会群体特征

首先，由于社会群体里的个体的消费水平不同，造成了各个个体的出行方式也是大不相同。其次，根据自身出行距离的要求，可以选择适合自己的出行方式，以图谋便利。再次，根据自身的身体素质 and 体能，应选择对自己健康负责的交通工具。最后，应考虑所在地的交通工具，选择出行方式。

### 3.4 节约能源及保护环境

在这个经济全球化的时代中，过去发展遗留下来的能源问题、环境问题、生态问题需要我们这代人，甚至是下几代人去解决这一难题。所以，人们在出行方面尽量选择环保的出行方式，减少驾车或者打车出行，尽量乘坐公共交通工具。在一些短距离的出行目的地，甚至选择自行车或者步行，这样既可以锻炼身体，而且可以节约能源，节省一些日常开支，尤其是在能源紧张的情况下这种出行方式更有意义。

## 4. 出行方式选择—以西安市为例研究

西安市从历史角度来看，是十三朝古都；从文化角度来看，是全国三大教育基地之一；从发展的角度来看，是西部大开发的桥头堡。西安市现有人口 800 多万，再加上流动人口，已有 1000 多万，这么庞大的人口数量，每天出行方式如果选择不妥，定会造成大量的能耗，导致环境污染、生态破坏等问题。所以，要对人群的出行方式进行定量分析，加以引导，使之符合低碳生活，让其绿色出行，以达到节约能源、保护生态环境的目标。

### 4.1 应用灰色多层次综合评判对西安市出行方式选择

在政策允许的情况下，选取何种出行方式，使之达到既满足社会群体的需要，又能满足社会效益最佳，是一种多目标决策问题。对于这种问题，本文采用一种新的方法，即将层次分析法和灰色关联分析的方法有机地结合起来，即建立灰色多层次综合评判模型，并应用这种模型对西安市将有的出行方式进行优劣评价，从而对出行方式的选择提供理论依据。

灰色多层次综合评价模型的建立<sup>[4] [5]</sup>：

建立层次结构模型

构造判断矩阵

判断矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  是正互反矩阵，它被用来描述  $n$  个因子  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  进行对比判断后对事件的影响大小关系。

层次单排序及一致性检验

采用近似方法计算排序权向量  $W$  和最大特征根  $\lambda_{max}$ ，具体步骤如下：

计算矩阵  $A$  每一行的乘积  $M_i$

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} \quad i=1,2, \dots, n \quad (1)$$

计算  $M_i$  的  $n$  次方根  $\bar{w}_i$

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{M_i} \quad (2)$$

对向量  $\bar{W} = [\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n]^T$  正规化，

$$w_i = \bar{w}_i / \sum_{j=1}^n \bar{w}_j \quad (3)$$

则  $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$  即为所求的权重。

计算判断矩阵的最大特征根  $\lambda_{max}$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{n w_i} \quad (4)$$

一致性检验

由式(3)确定的权重是否合理，需要进行对判断矩阵进行一致性检验，计算随机一致性比率 CR：

$$CR = CI/RI \quad (5)$$

其中  $CI = \frac{1}{n-1} (\lambda_{max} - n)$ ，RI 为平均一致性指标。

Table1. Average random index

表 1. 平均随机一致性指标

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0.58	0.9	1.12	1.32	1.24	1.41	1.45	1.49

若  $CR < 0.1$ , 表明判断矩阵具有可接受的一致性, 从而证明权重是合理的, 否则需要调整判断矩阵。

灰色关联系数和灰色关联分析

设参考数列:

$$X_0 = \{X_0(k) | (k = 1, 2, \dots, n)\}$$

比较数列:

$$X_i = \{X_i(k) | (k = 1, 2, \dots, n)\} \quad i=1, 2, \dots, m$$

则比较数列  $X_i$  对参考数列  $X_0$  在  $k$  时刻的关联系数  $\xi_i(k)$  为:

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + p \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + p \Delta_{\max}} \quad (6)$$

其中, 该式的含义分别为:

$\Delta_{\min} = \min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)|$  为两极的量小差;

$\Delta_{\max} = \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|$  为两极最大差;

$\Delta_{0i}(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$  为  $k$  时刻两数列的绝对差;  $p$  为分辨系数, 通常取  $p=0.5$ 。

比较数列  $X_i$  和参考数列  $X_0$  的关联程度可用关联度  $\gamma_i$  进行比较:

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n A_k \xi_i(k) \quad (7)$$

关联度  $\gamma_i$  值越大, 表示比较数列  $X_i$  和参考数列  $X_0$  的关联程度越大。若将参考数列  $X_0$  取为各指标的理想评价价值, 根据关联度  $\gamma_i$  的大小, 即可对各评价事物进行优劣排序。

日常出行方式层次指标的建立:

综上所述, 日常出行方式有 7 种, 分别为:  $X_1$  步行、 $X_2$  一骑自行车、 $X_3$  一骑摩托车、 $X_4$  一乘坐公共汽车、 $X_5$  一驾驶小轿车、 $X_6$  一乘坐地铁、 $X_7$  一乘坐火车。在出行方式的评价中, 我们要考虑多方面的因素, 既要分析经济因素, 又要考虑效用因素, 效用又可以分为外部效益和内部效用。

对于出行方式评价, 我们分为三个层次:

目标层: 出行方式的选择

准则层: 经济因素  $B_1$ , 社会效益  $B_2$ , 对象内部效用  $B_3$

方案层: 有  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$  共 7 种出行方式可供选择

经济因素  $B_1$ 、社会效益  $B_2$ 、对象内部效用  $B_3$  的划分为见图 1。

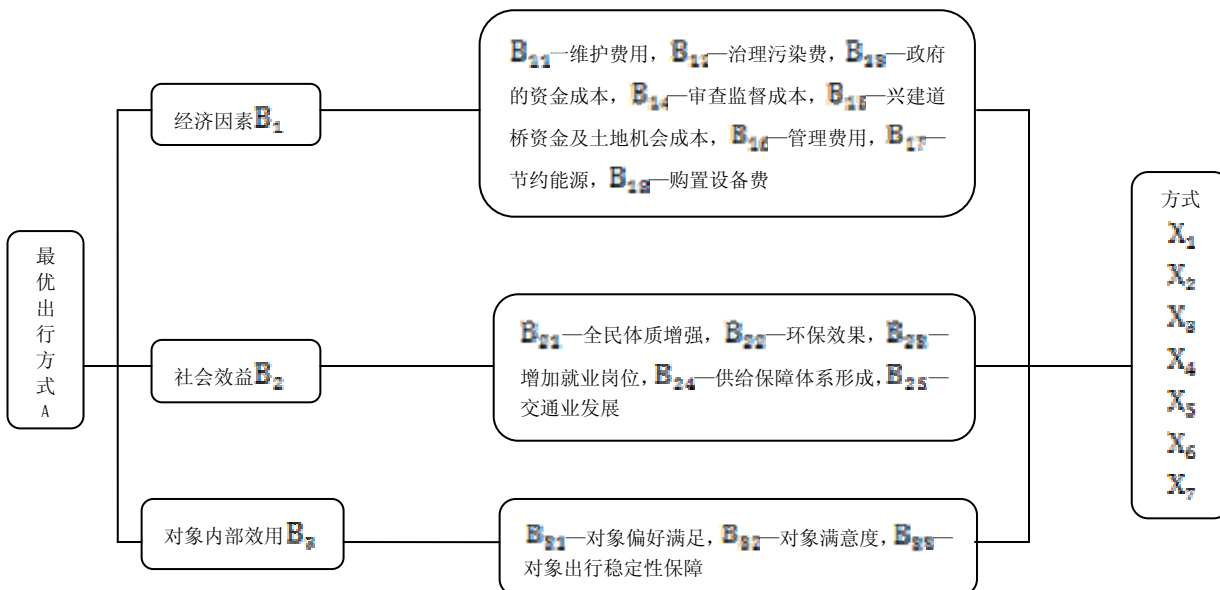


Figure1. Travel mode of analytic model chart  
图 1. 出行方式评价的层次分析模型结构图

西安市出行方式评价:

第一步构造判断矩阵并计算权重

设有 n 个评价指标, 通过指标的两两比较重要性, 用 1—9 标度法可得到下列判断矩阵 A.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

经过问卷调查, 查阅文献, 得出基础资料, 并通过节能专家分析, 计算机软件计算, 整理归纳得出以下数据:

Table2. Travel mode of the target score

表 2. 出行方式的各项指标评分

指标	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	权重	X <sub>0</sub> (k)
B <sub>11</sub>	1	8	9	10	9	10	9	0.18	10
B <sub>12</sub>	4	6	6	6	8	7	6	0.02	10
B <sub>13</sub>	10	4	9	9	3	3	5	0.08	10
B <sub>14</sub>	9	10	2	2	9	9	9	0.12	10
B <sub>15</sub>	10	9	6	7	10	10	9	0.03	10
B <sub>16</sub>	9	2	4	6	9	9	6	0.01	10
B <sub>17</sub>	8	7	7	6	4	6	5	0.05	10
B <sub>18</sub>	4	8	5	5	8	9	8	0.01	10
B <sub>21</sub>	8	8	5	6	0	0	0	0.04	10
B <sub>22</sub>	8	8	3	0	0	0	2	0.02	10
B <sub>23</sub>	2	4	9	8	4	3	7	0.02	10
B <sub>24</sub>	3	3	8	8	8	7	6	0.09	10
B <sub>25</sub>	0	0	7	8	5	5	3	0.05	10
B <sub>31</sub>	8	8	4	5	4	5	6	0.05	10
B <sub>32</sub>	1	1	0	1	2	8	2	0.04	10
B <sub>33</sub>	8	8.2	6	7.1	5.3	4	6.1	0.11	10

Table3. Correlation coefficient

表 3. 关联系数

ξ <sub>1</sub> (k)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
ξ <sub>1</sub> (1)	0.37	0.73	0.96	1	0.98	1	0.98
ξ <sub>1</sub> (2)	0.49	0.57	0.56	0.56	0.73	0.7	0.6
ξ <sub>1</sub> (3)	1	0.49	0.98	0.98	0.41	0.42	0.51
ξ <sub>1</sub> (4)	0.98	1	0.39	0.38	0.96	0.96	0.98
ξ <sub>1</sub> (5)	1	0.96	0.55	0.64	1	1	0.96
ξ <sub>1</sub> (6)	0.84	0.40	0.49	0.60	0.84	0.98	0.55
ξ <sub>1</sub> (7)	0.71	0.69	0.62	0.61	0.45	0.55	0.54

ξ <sub>1</sub> (8)	0.49	0.71	0.52	0.51	0.81	0.84	0.80
ξ <sub>1</sub> (9)	0.73	0.72	0.5	0.55	0.33	0.33	0.33
ξ <sub>1</sub> (10)	0.71	0.71	0.41	0.33	0.33	0.33	0.39
ξ <sub>1</sub> (11)	0.38	0.45	0.94	0.80	0.49	0.44	0.62
ξ <sub>1</sub> (12)	0.41	0.42	0.81	0.73	0.73	0.62	0.60
ξ <sub>1</sub> (13)	0.34	0.34	0.69	0.80	0.5	0.50	0.45
ξ <sub>1</sub> (14)	0.81	0.81	0.45	0.50	0.49	0.54	0.55
ξ <sub>1</sub> (15)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.39	0.71	0.38
ξ <sub>1</sub> (16)	0.71	0.73	0.55	0.63	0.51	0.45	0.56

Table4. Relevancy and ranking

表 4. 关联度及排序

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
γ <sub>i</sub>	0.03	0.037	0.032	0.042	0.039	0.043	0.041
排序	7	5	6	2	4	1	3

## 4.2 西安市出行方式的选择

各种方式的排序已经确定, 但并不是说只能采用最好的方式, 而放弃其它方式, 因为各种方式都可以在不同方面满足不同的要求。现在出于西安市具体情况的考虑, 我们对未来交通方式的建议是首选地铁, 但是从出行稳定性的角度考虑, 我们可以乘坐公交车。

总之, 不管是在什么环境下, 我们应结合实际情况, 选取可行的出行方式来达到绿色出行, 降污减排, 实现低碳生活。

## 5. 结束语

通过本文的研究和探索, 对出行方式进行了一定的理论分析和优劣势探讨, 最后得出在西安市未来的情况下的综合排序。此外, 为达到低碳生活、降污减排、节约能源、保护生态环境, 结合各地实际情况, 本文还有一些建议<sup>[1]</sup>:

有车一族: 发动机怠速不要超过 30 秒, 不要猛然加速或减速; 选购环保型车辆, 采用汽车生产厂家建议的机油; 少开空调; 定期调整发动机, 及时检修漏油部位, 按时更换空气、汽油、机油滤清器, 经常检测尾气排放, 超标时赶紧检修。

无车一族: 打车多人合乘才合算, 地铁/城铁比公共汽车更环保; 步行/骑车的方式最节能, 最环保, 但

是要注意天气变化、距离合适；骑行和步行，尽量避免在交通繁忙和拥堵路段长时间停留。

## References (参考文献)

- [1] Chris Goodall. How to Live a Low-Carbon Life: The Individuals Guide to Stopping Climate Change. Published by Earthscan in the USA.2007
- [2] Eric Zusman .Ancha Srinivasan。Shobhakar Dhakal.Hideyuki Mori.Low Carbon Transport in Asia: Strategies for Optimizing Co-benefits.Earthscan Publications Ltd. November 2010
- [3] China Society for urban studies, China's Low Carbon Eco-City Development Strategy,China City Press, 2009.8  
中国城市科学研究会，中国低碳生态城市发展战略，中国城市出版社，2009. 8
- [4] Yang Maosheng, operations research, Shaanxi Science and Technology Press, 2006.12  
杨茂盛，运筹学，陕西科学技术出版社，2006. 12
- [5] Xie Zhaohong, Fan Zhengsen, Wang Genyuan, Mathematical modeling technology,China Water Power Press, 2003.9  
谢兆鸿，范正森，王良远，数学建模技术，中国水利水电出版社，2003.9