**对于城市动态出行指数问题的研究与解决**

**摘 要**

本论文针对在众多环境等因素下某个目的地是否适合出行的问题，使用了加权平均值的数学思想建立了“出行指数”的数学模型，最终得出了我们“出行指数”的公式。

对于问题一要求给出出行指数计算公式的问题，我们首先在组内讨论出了气温等各项指标的理想权值，再在问卷星上进行调查得出反馈权值，最终根据这两项数据算出每项指标的最终权值。

对于问题二对各种人群出行指数的求解问题，我们基于问题一得出的公式:



根据各人群的各种特征，升高或降低某一项的权值，得到对于某个人群适用的公式。

分析过程主要使用了加权平均值的思想，采用了理论值与反馈值相结合的方法，最终得到了我们需要的结果。

**关键词：**出行指数；加权平均值；理想模型；调查反馈

1. **问题重述**

## 1.1 问题背景

2020 年新冠疫情爆发后，无论是国内城市间的交通出行还是国际出访都按下了暂停键。随着我国疫情防控取得了出色的成效，国内城市间的商务出行、休闲旅行等都在逐步恢复中。

随着车辆越来越多，问题也越来越多。我们怎样才能解决这个问题？很多人认为这是一个很难解决的问题，其实不然，特别是在信息技术飞速发展的今天，我们可以利用现有的信息技术来解决这个问题。很多人认为这是不可能的，对吧？但这实际上是我们拥有的一种技术。目前，该技术可以采集和处理各种基本交通信息和动态道路信息。实现交通管理的智能化。目前常用的两个指标是城市交通综合指数和交通出行指数。中国目前的智能交通系统也集成了很多这样的高新技术。也可以说，没有这些技术，我们不可能如此迅速地开发出如此优秀的智能交通系统。但是现在我们得到的城市交通综合指数和交通出行指数完全没有问题吗？事实并非如此，因为我们正处于技术的发展阶段，所以我们不可避免的会有一些问题。我们将合理分析和解决问题。

## 1.2 问题概括

1.设计适用于我国国内城市间的出行指数数学模型，并给出具体的出行指导意见。

2.根据用户出行的紧急程度、用户的个人信息、可出行的时间段等，给出个性定制的出行指数及建议，或根据模型给出适宜出行的时段及建议。

1. **问题分析**

所谓“动态出行指数”，核心便是在于设计一个综合了各项因素的，相对灵活的

表达式。

为了得到更全面、更能反映各方面因素的“**指数**”，本论文决定采用加权平均

的方式，通过调整权值的比例来反映各方面因素对于整体出行指数的影响。其中，权值大的因素表明该因素对于出行条件有着相对重要的影响；权值小的因素表明该因素对于出行条件有着相对轻微的影响。

而为了反映城市出行指数的“动态”这一特点，使用加权均值可以通过调整权值的比例（甚至适当删去或加入变量）来控制各因素的比例，从而达到“动态”的效果。

因此，通过上面的分析，可以看出，该问题的核心就是分析各因素在各组分人群中的合理性，并决定相应是比例、权值。

1. **模型假设**

1. 所有数据均为原始数据，来源真实可靠。

2. 除本模型中假设的变量（因素）之外，其他的因素（如其他疾病、其他少数情况、其他指数等）对本模型的输出结果没有影响。

3. 在**4.3**中对于年龄的划分在数值上只是粗略的估计，年龄段只是代表出行的需求。

1. **模型建立与求解**

## 4.1 自变量（影响因素）列举

为了得到更真实的数据，本论文尽可能选择使用最简化的因素来衡量出行条件的

适宜程度。

**因素1**：交通状况。

前往目的地的交通拥挤程度或其他状况可能会对用户的出行方式选择或出行计划造成影响。

**因素2**: 当地可达性。

前往目的地时，若当地路网的可达性指标低，或是前往该城市时的可达性指标小，可能会对用户的出行决定造成影响。

**因素3**: 降水。

雨天不适宜出行。目的地或用户前往目的地中途的降水指标高时，可能会对出行的便捷性与出行的选择造成影响。

**因素4**: 当地地形。

目的地的地形也决定了出行的便捷程度与行程时间。更重要地，对于四肢不便的人群来说，其带来的影响会更大一些。

**因素5**: 预警。

目的地是否发布了预警（如台风、暴雨、暴雪、大风、沙尘暴、寒潮、雷电、冰雹、大雾等极端或不良天气）往往会对出行决策造成相当大的影响。

**因素6**: 气温。

目的地的气温可能会对用户的穿着以及出行指数造成影响。在高温或极寒的条件下，民众的出行欲望会减少很多。

**因素7**: 空气质量。

空气质量（Air quality）的好坏反映了空气污染程度，它是依据空气中污染物浓度的高低来判断的。空气污染是一个复杂的现象，在特定时间和地点空气污染物浓度受到许多因素影响。来自固定和流动污染源的人为污染物排放大小是影响空气质量的最主要因素之一，目的地的空气质量也会影响用户的出行决策。更重要地，对于患有呼吸道疾病，或低免疫力的人群等等，其带来的影响会更大一些。

**因素8**: 风速。

前往目的地时，当地的风速可能会对部分出行方式带来影响。同时，风速越快，不同气温下给人带来的体感温度将会变化至更低或更高。

**因素9**: 其他指标。

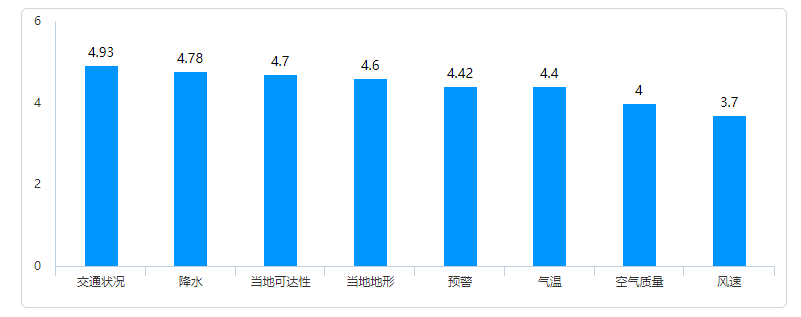
天气预报以及其他数据中的信息，例如当地疫情、当地人流、紫外线指数、感冒指数等都将会对出行带来一定的影响。更重要地，对于患有光敏性皮炎、呼吸道疾病，或是低免疫力的人群，本因素将会带来更大的影响。

其余的相对次要的因素在此没有列举。本次建模仅对以上因素进行研究。

## 4.2 问卷调查、数据分析

对于我国国内城市间的出行指数数学模型中的自变量（因素），为了建立一个合理的模型，需要各因素对于出行指数的影响程度的尽可能合理的权重比例关系。因此，我们设计了调查问卷。问卷主要以网络为途径进行发放。该问卷共3题，1、2两题是对于调查对象的个人信息进行调查，第三题是调查对象对于各影响因素的权重进行排序。其中我们选择了1-8号影响因素进行调查，其余的暂时不考虑。以下为问卷第三题的结果分析。

**（3）. 请对以下因素对您出行影响的大小进行排序（1最小，8最大）**



由反馈结果清晰可见，各项权重的平均值可以反映出各因素的影响程度：

******

排序中的部分结果对我们来说并不是最满意的：例如预警，我们所期望的权重占比应是最大的。考虑到部分调查对象并不能很好的理解一些指数的含义与在出行中的影响，因此我们结合我们自己的理想预期，使用加权平均数以计算出一个较为合理的结果。设比例系数为***i***，则我们的理想预期权重比为：

******

根据统计结果，设比例系数为***k***，则统计权重比约为：

******

经过商议决定，我们的理想权重比占总体权重的60%，统计权重比占总体权重的40%。根据公式：，假设比例系数为***m***，则可以计算出综合的最终比例（精确到个位）：

******

对数据进行微调，使权和为3200，且各项权重正巧均可被5整除，化简得：

******

此时的权值之和为640。

将以上各类指标的值化为百分数形式，并规定每一个指标的值属于区间。

同时规定：交通状况越拥堵，值越小；空气质量越不佳，值越小；气温与室温差值越大，值越小；风速越大，值越小；降水量越大，值越小；预警程度越小或越少，值越小；当地地形越不适宜正常人，值越小；可达性越低，值越小；反之亦然。

因此，当任何一个指标的值越靠近1，就越适宜民众的城际出行。反之，若任何一个指标的值越靠近0，就越不适宜民众的出行。

（注：在下面的一切公式中，或以及这八个指标均**依次指代**交通状况、空气质量、气温、风速、降水、预警、当地地形、可达性。）

设城市动态出行指数为***x%***，则***x***的计算方式：



通过该指数，我们可以对于出行的适宜程度有一个更清晰的认知。

## 4.3 针对不同人群的出行指数方案

首先，我们已经通过问题一得到了一个适于所有人群的城市出行指数算法，但这只是大众的，不适合于任意年龄的人群。先要改进问题一得到的城市出行指数，就要根据年龄段分类，适当地调整各个因素的权重。

我们将人们分为未成年，青年，中年和老年。（根据前面所述的假设3对于年龄段的设定，本论文对于这一分段只是粗略的估计，因为年龄的具体数值对于该模型的建立并未构成决定性的因素。）

1. 青年和中年的年龄分割线选为30岁。
2. 在中国，60岁以上的公民为老年，所以中年和老年的年龄分割线选为60岁。
3. 年龄过小的未成年人出行都是由成年人陪伴的，对于计算他们的城市出行指数是没有意义的，所以未成年人的年龄我们选为5岁到18岁。

对于未成年人和老人的出行，往往会出现迷路，走丢等事件，所以对于未成年人和老年人，因增加可达性、气温、降水、预警的权重。对于青年人和中年人，他们往往更看重出行所需时间，所以对于青年人和中年人，应随着年龄的改变而改变交通状况、当地地形、可达性的权重。

### 4.3.1 未成年人

根据前面的分析，对于低龄人群（未成年人），我们将考虑监护人（成年人）对于各权重的分配。为了使模型具有普遍性，我们保持（即**原始权值**之和）不变进行放缩调整。

******

#### 4.3.1.1 长途出行





#### 4.3.1.2 短途出行



### 4.3.2 青年人群



### 4.3.3 中年人群



### 4.3.4 老年人群



### 4.4 对于自变量取值的分析

在自变量取值的讨论中，我们注意到有着以下几种用来衡量数据的属性：二值属性、有序属性以及数值属性。为了使得每一种指标能与数据属性保持意义上的吻合，我们决定结合以上三种数据的属性对每一个指标进行实际数据中的衡量。为了达到这一效果，我们先对每一个指标改用以实际数值（如空气质量指标）为自变量的函数代替[[1]](#footnote-1)。即：



由于篇幅限制，我们最终决定如下：

对于，我们采用如下的出行指数：

0~2，畅通：居民可顺畅到达目的地。

2～4，基本畅通：居民一次出行平均需要比畅通时多花费0.2-0.5倍时间。

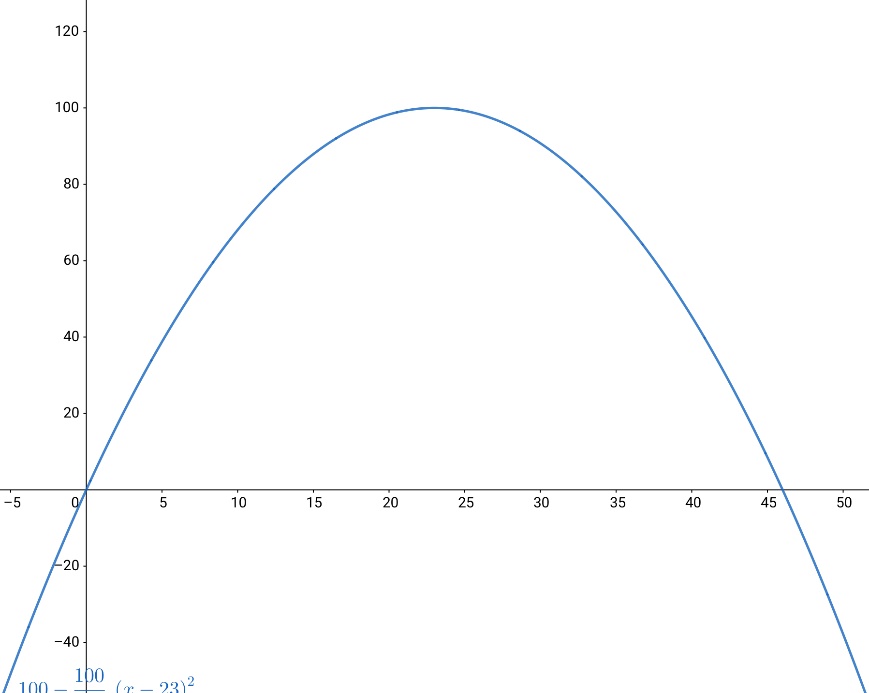
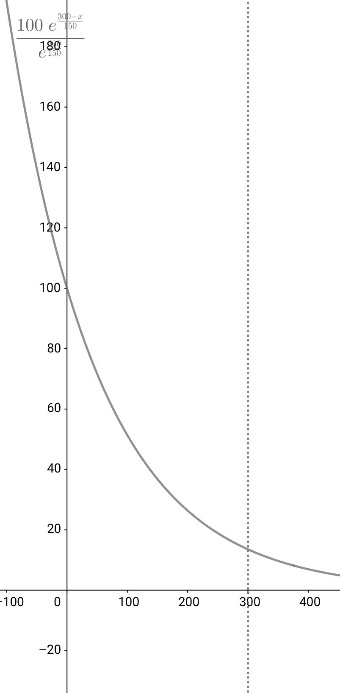
4～6，轻度拥堵：居民一次出行平均需要比畅通时多花费0.5-0.8倍时间。

6～8，中度拥堵：居民一次出行平均需要比畅通时多花费0.8-1.1倍时间。

8～10，严重拥堵：居民一次出行平均需要比畅通时多花费1.1倍以上时间。









[[2]](#footnote-2)









对于以上公式的说明：

1. 以上的公式在结果之后均乘以了100，以便与总指标中的百分号吻合。
2. 以上的公式若为说明，则值域均取，若有超出值域的一律取与其函数值最接近的值域上限或下限（比如说有某一个使得，则取）

**4.5 代入检验**



通过以上的讨论，我们已经得出了一般情况下的表达式（对于问题（2）的要求，只需根据4.3改变系数即可）。为了检验其真实性，我们选择2021年5月15日的天气预报进行验证（假设我们将在当天由公路前往无锡市中心某一点）。



1. 交通状况

通过查询地图得知，前往无锡市中心的最短路程为138千米，畅通时耗时约两小时左右（途中有红色拥堵），实际耗时符合交通指数3的标准，因此交通指数为

1. 空气质量

查询天气预报知，无锡明日空气质量约为66，因此空气指数为

1. 温度

无锡明日平均温度约为28度，代入，气温指数为

1. 风速

无锡明日风力4-5级，代入，风力指数为

1. 降水

无锡5月降水量约为72.8mm，代入，降水指数为

1. 预警

明日有大风黄色与雷电黄色预警，预警指数为

1. 无锡地势平坦，为
2. 直线距离116km，代入为

代入总指标得：



而查阅天气预报知，当天实际情况为“较不适宜”，符合我们的预期。

**附录**

调查问卷

调查各种因素对出行的影响

1. 您的年龄： [填空题] \*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. 您的性别： [单选题] \*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ○男 | ○女 |  |  |  |  |  |  |

3.请对以下因素对您出行影响的大小进行排序（1最小，8最大）： [排序题] \*

|  |
| --- |
| □交通状况 |
| □空气质量 |
| □气温 |
| □风速 |
| □降水 |
| □预警 |

□当地地形

□当地可达性

1. 注：本论文由于篇幅限制，因此以下的真实数据代入均使用总指标的公式。（即） [↑](#footnote-ref-1)
2. 9级以上强风暴不能坐飞机，生活中基本上风速都在0~8级，都是可以乘坐飞机的，其中5级以下风速是对飞机起飞是没有影响，而6~8级的大风（8级风可以刮断树枝，迎面行走困难）不多见。 [↑](#footnote-ref-2)