

## 2021 第六届“数维杯”大学生 数学建模竞赛论文

### 题 目 基于博弈论的外卖预计送达时间与配送费研究

#### 摘 要

如今占据了现代人生活较大比重的的外卖行业随着垄断市场的形成,对商家和配送员的剥削导致了二者与消费者四方的矛盾的形成。如何构建一系列模型,在充分考虑四方权利和利益的基础上,合理地完成外卖配送任务,是本文探究的重点。问题 1 为外卖配送环节的基础,安全,如何平衡安全与速度,不能单纯使用一个不断压缩时间的算法去完成。问题 2 考虑到实际业务中可能出现的主观因素导致的订单异常情况,并考虑因为此类情况导致的成本增加的分摊方案。问题 3 考虑到实际业务中可能出现的可观因素导致的订单异常情况,并考虑因为此类情况导致的成本增加的分摊方案。问题 4 需要我们基于博弈论构建一个理论模型,探讨以“幸福指数”为单位的四方利益平衡情况。问题 5 关注了较为罕见的一种外卖订单,长距离订单的配送模式和定价策略,针对问题 5,我们只能通过现有经验数据构造一个基于配送距离等变量的简单模型。

针对问题 1,我们首先确定使用行驶速度的倒数来衡量骑手的骑行安全这一关键因素,建立一个 S 型评分函数来对骑手的服务质量进行评价。随后我们使用主观赋权法与熵值法确定出两种因素所对应的权值,并使用加法集成赋权法将两种方法得到的权值组合起来,随后利用 topsis 方法对收集到的所有样本进行综合评价,得到行驶速度的局部最优解。随后设定行驶速度的上下界,运用遍历法得到行驶速度的全局最优解。之后,只需知晓商家与顾客之间的距离,即可得到骑手合理的配送时长。根据骑手实际的配送时长与该时长的差额即可确定其完成订单的优劣,继而确定其应获得的奖惩。

针对问题 2,我们给予了静态和动态订单的定义,并将可能导致动态订单产生的原因划分成三类,使用问题一所建模型求得最优送达时间,并给出对应的奖惩策略

针对问题 3,我们参考了现有相关法律法规,结合问题一模型给出的相关参数,给出最优配送速度,并据此构建定价策略

针对问题 4,解决了四方利益最优化问题,通过角色决策模拟结合经验数值建立了收益博弈模型,直观地展示了四个博弈对象的收益大小。为了协调收益,创造性地提出了共赢解决方案。理论分析证明方案具有可行性,方案也将在实际执行中不断加以改进和完善。

针对问题,5 我们分析了现有长距离配送方案,并综合其优点提出配送方法与定价策略

在现有缺乏真实数据的条件下,我们构造了一系列基于少量消费者端和经验数据的模型,该模型在理想条件下可取得良好的结果。通过对真实数据的拟合,本模型可以在实际应用中取得良好的效果。

**关键词:** bootstrap; topsis; 熵值法; S 型函数; 博弈论

## 目 录

一、问题重述 .....	3
1.1 问题背景 .....	3
1.2 问题要求 .....	3
二、问题分析 .....	3
2.1 问题 1 的分析 .....	3
2.2 问题 2 的分析 .....	3
2.3 问题 3 的分析 .....	4
2.4 问题 4 的分析 .....	4
2.5 问题 5 的分析 .....	4
三、模型假设 .....	4
四、定义与符号说明 .....	4
五、模型的建立与求解 .....	5
5.1 问题 1 的模型建立与求解 .....	5
5.1.1 制定骑手配送时长设计方案 .....	5
5.1.2 奖惩措施 .....	11
5.2 问题 2 的模型建立与求解 .....	11
5.3 问题 3 的模型建立与求解 .....	12
5.4 问题 4 的模型建立与求解 .....	13
5.4.1 博弈模型的假设, .....	13
5.4.2 博弈模型的建立与求解 .....	13
5.4.3 结果 .....	15
六、模型的评价及优化 .....	17
6.1 灵敏度分析 .....	17
6.2 模型的优点（建模方法创新、求解特色等） .....	17
6.3 模型的缺点 .....	17
参考文献 .....	18
附 录 .....	19

## 一、问题重述

### 1.1 问题背景

互联网背景下“懒人经济”的影响力不断扩大，外卖业务变成了青年“白领”阶层生活中的必不可少的一部分。因此，近年来外卖平台用户群体激增。为了适配庞大的订单量，外卖骑手的数量也在不断地上涨。然而，外卖骑手间严重的内卷，为平台提供了更大的订单配送提成单价压缩空间。

由调查结果表明，在平台无情的数据分析驱使下，出卖劳动力和时间的外卖骑手挑战交通规则去赢得平台游戏化的奖励，这意味着将他们引向偏离全面建成小康社会的道路。

红利驱动的粗放式发展模式已经不适用于平台下半场的发展，在利益的驱动下，平台通过高抽成从商家中赚取利润，商家借由偷工减料获取利润。因此，合理管理外卖平台系统、骑手幸福度、商家获利程度和用户高质量服务之间的关系是亟需解决的课题。

### 1.2 问题要求

基于上述背景我们通过建立数学模型解决以下问题：

(1) 结合骑手的骑行安全与高质量服务等因素后，为平台制定一个合理的骑手配送时长设计方案，并提供对应的完成质量奖惩措施。

(2) 提出考虑多种因素在内的静态和动态订单配送提成定价与奖惩策略，在不显著增加订单总体配送费用与总体配送效率的基础之上，实现外卖骑手的总体满意度最高。

(3) 考虑极端气候条件下的额外订单配送费用收取金额、订单配送时长设计及订单配送提成设计方案。提供出一个考虑上述因素的通用方案。

(4) 从博弈理论的角度出发，提出一个外卖平台、骑手、商家与消费者之间可行的共赢方案。

(5) 设计出更长距离和跨区域的外卖订单的配送模式及其订单配送提成定价策略。

## 二、问题分析

在外卖配送行业高度发达的今天，头部垄断企业为了获取超额利润，利用大数据分析与机器学习方法不断提高配送人员等的单位劳动时间创造的剩余价值，引发了相当大的社会矛盾。本文提出下述方法，针对外卖平台、骑手、商家与消费者之间的部分问题进行分析。由于本题没有提供任何有用的数据，且相关企业对其数据高度保密。我们只能从消费者的角度，从相关平台采集少量数据进行定性研究。

### 2.1 问题 1 的分析

骑手的安全与高质量服务是如今外卖行业当中骑手一端最重要的两个要素，但是这两者天生就具有一定的对立性，如何平衡二者，使其达到纳什均衡，这就需要我们建立评价模型来寻找较为合理的配送时间，继而制定奖惩策略。

## 2.2 问题 2 的分析

在现实业务环境中，可能会出现订单状态受到不可控因素影响的情况，而现时平台应对这种情况时极大概率是通过处罚骑手的方式解决。这样的做法不可持续，且会产生相当多的问题。这里我们将这一问题抽象成静态订单与动态订单配送提成定价与奖惩策略的问题。

## 2.3 问题 3 的分析

极端气候和交通情况、点餐高峰一样，会对订单的配送时间和配送费用产生不易量化计算的影响。因此我们采用前述问题中的模型和数据。

## 2.4 问题 4 的分析

在外卖骑手的送餐危机中，包括骑手、外卖平台、商家、消费者四个博弈对象。在博弈模型中，骑手主要处于被支配的地位，消费者则是外卖环节的最终风险承担者，商家和平台实际上处于操控的地位，但也承担一定的收益风险。为了实现对象收益协调和共赢局面，我们建立了收益博弈模型。

## 2.5 问题 5 的分析

通常而言，考虑到餐品的质量和用餐体验，大部分商家并不支持过远距离的配送。一般而言，配送员为了更高的收益，会同时配送多个订单，而这样会使较远的消费者等待更久的时间。我们认为对有特定需求的顾客，应该提供专送服务，即接受了本订单后在配送完之前不能接受其他订单。对这种服务，由于缺乏真实数据，我们使用经验值构造了订单配送提成定价策略。

## 三、模型假设

1. 假设所收集到的数据真实可靠；
2. 由于我们所收集到的数据均来自下午四点这一时间节点，该时间节点并非点餐高峰期，因此忽略商家的制作时间。
3. 假设所有顾客均为理想人，不会一味以配送时间长短作为衡量高质量服务的唯一标准，而是兼顾配送距离的长短，即以外卖员的配送速度作为衡量高质量服务的标准。

## 四、定义与符号说明

符号定义	符号说明
$d$	商家与顾客之间的直线距离
$ \vec{v} $	速度的模
$e_j$	第 $j$ 个指标对应的信息熵

续表:

$d_j$	第j个指标对应的信息效用值
$s_i$	第i个评价对象的得分

## 五、模型的建立与求解

### 5.1 问题 1 的模型建立与求解

#### 5.1.1 制定骑手配送时长设计方案

**骑手安全:**

可以用来衡量骑手安全的指标有很多。比如：是否超速、是否闯红灯、是否逆向行驶。但骑手甘愿冒生命危险超速、闯红灯的原因无非还是想要节省配送时间以追求利益最大化。因此我们考虑使用骑行速度这一指标来对骑手安全进行衡量，速度越快意味着骑手越不安全。

外卖员在实际配送过程中，首先需要赶到指定商家取餐，随后才能开始进行配送；同时，为提升配餐效率，外卖员一次还会进行多单配送。这就导致外卖到达消费者手中时，外卖员实际行驶的距离  $s$  要远大于商家与消费者之间的直线距离  $d$ 。但我们所收集到的数据均为店家与消费者之间的距离，而日常生活中所提到的速度（物理学意义上的速率）公式为  $v = \frac{s}{t}$ ，考虑到不同外卖订单的  $s$  与  $d$  之差均存在显著的差异，因此我们选择引入一个新的物理量速度的模  $|\vec{v}| = \frac{d}{t}$  来对骑手的骑行速度进行近似估计（之后所提到的骑行速度均表示速度的模）。

**高质量服务:**

表 1 外卖员服务质量

评价值	频数	百分比
好评	10	11.0%
差评	6	6.6%
无	75	82.4%

通过对所收集到的数据进行统计可知，实际对外卖员服务质量进行评价的用户较少。且影响顾客对外卖员服务质量评分的因素有很多，比如：仪表是否整洁、举止是否文明。而问题一只要求我们考虑服务质量与配送时长之间的关系，因此我们只需要确保外卖送达的时间在顾客所能接受范围之内即可保证该订单的质量服务较高。考虑到顾客感受是一个模糊的概念，且不同顾客对于订单配送速度的心理预期也不尽相同。因此我们选择采用以下方法来对顾客的的感受进行量化分析。

结合当下我国外卖行业的现状与所收集到的数据可知：顾客对于骑手服务质量的评价普遍较高。因此我们将所收集到的所有有效数据中不是差评的订单数据筛选出来，作为我们制定顾客心理预期速度标准的依据，记每份订单中骑手的骑行速度为  $|\vec{v}_i| (i = 1, 2, 3, \dots, 85)$ ，骑手的平均骑行速度为  $\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^{85} |\vec{v}_i|}{85}$ 。

但由于我们所收集到的样本数量有限，倘若使用样本均值来估计总体均值，势必会



导致估计结果存在很大的偏差,因此我们选择使用 bootstrap 方法来对所有顾客心理预期速度进行估计(之后出现的总体平均配送时间与总体平均配送距离均借助 bootstrap 方法得到)。

### Bootstrap:

**Step1:** 对  $\{|\vec{v}_1|, |\vec{v}_2|, \dots, |\vec{v}_{85}|\}$  这一序列进行有放回的重抽样(重复抽取 85 次), 得到新序列  $|\vec{v}_1|^*, |\vec{v}_2|^*, |\vec{v}_3|^*, \dots, |\vec{v}_n|^*$ .

**Step2:** 对新序列  $|\vec{v}_1|^*, |\vec{v}_2|^*, |\vec{v}_3|^*, \dots, |\vec{v}_n|^*$  分别取均值. 记第  $i$  个新序列的均值为  $|\vec{v}_i|_*$ .

**Step3:** 对所有新序列的均值再次取均值得到总体均值. 记总体均值为  $\bar{v}^*$ , 则  $\bar{v}^* = \frac{\sum_{i=1}^n |\vec{v}_i|_*}{n}$  (本文重复抽取 10000 次, 即  $n=10000$ ).

经估计得骑手总体的平均速度为 4.12km/h, 我们以此配送速度作为顾客判断高低服务质量的分水岭。考虑到顾客对于服务质量的评判会在配送速度为 4.12km/h 附近发生质变, 即小于该配送速度会认为该外卖员的服务质量较差, 而高于该配送速度会认为服务质量较高。因此我们考虑借助“S”型曲线来生成一个顾客对服务质量高低评判的打分模型(0 代表服务质量很差, 1 代表服务质量很好)。

$$f(x) = \begin{cases} \alpha^3 \sqrt{x - \beta} + \gamma, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中,  $x$  的取值为订单的配送速度。当  $x$  的取值恰好等于 4.12 km/h 时, 说明本次配送速度只有平均水平, 因此此时我们假定顾客对于本次配送服务质量的打分为 0.5, 即  $f(4.12) = 0.5$ 。考虑到美团准时宝服务对于十分钟以内的超时, 并不给予赔付; 而只有当超时十分钟以上平台才会给予赔付。可见, 顾客对于超时十分钟以上的超时行为已无法容忍, 所以平台才会以十分钟为界来作为衡量是否进行赔付的标准。而由于总体平均配送距离为 3.14km, 总体平均配送时间为 0.77h。记  $v' = \frac{3.14\text{km}}{(0.77+1/6)\text{h}} = 3.35\text{km/h}$ 。结合以上分析可知, 当骑手的骑行速度为  $v' = 3.35\text{km/h}$  时, 此时顾客对于配送质量的评价将会是差, 记  $f(3.35) = 0.05$ 。借用横向类比的思想, 倘若骑手能够提前十分钟送到, 那么顾客对于配送质量的评价将会是优, 记此时的配送速度为  $v'' = \frac{3.14\text{km}}{(0.77-1/6)\text{h}} = 5.20\text{km/h}$ , 则  $f(5.20) = 0.95$ 。将  $f(4.12) = 0.5$ ,  $f(3.35) = 0.05$ ,  $f(5.20) = 0.95$ , 代入  $f(x)$ , 并利用 python 中的 scipy 的非线性求解器对三个未知参数进行估计。估计结果为:  $\alpha = 1.375$ ,  $\beta = 3.068$ ,  $\gamma = -0.857$ 。因此  $f(x)$  的表达式为:

$$f(x) = \begin{cases} 1.375\sqrt[3]{x-3.068} - 0.857, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

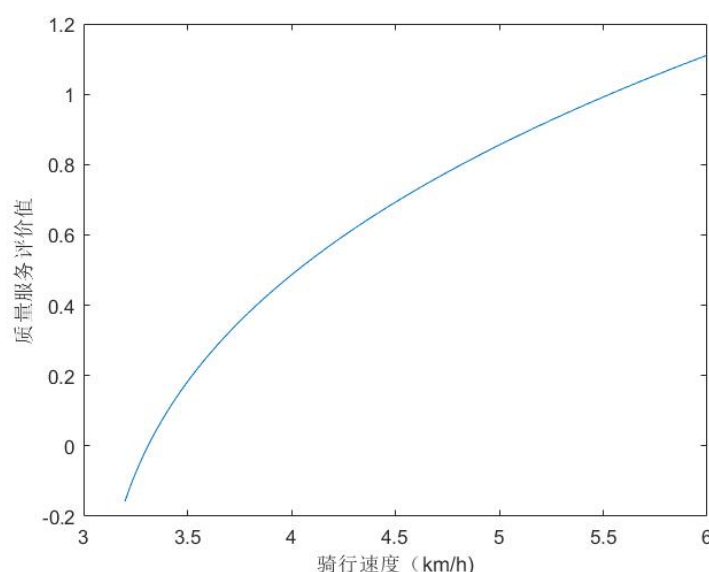


图 1 S 型函数示意图

通过对评价方程与图像的分析可知，当 $x < 3.3$ 时， $f(x)$ 的取值将会小于 0，且当 $x > 5.5$ 时， $f(x)$ 的取值将会大于 1。这显然不符合题意。因此，当 $x < 3.3$ 时，令 $f(x)=0$ ，当 $x > 5.5$ 时，令 $f(x)=1$ 。即最终得到的 $f(x)$ 表达式为：

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 3.3 \\ 1.375\sqrt[3]{x-3.068} - 0.857, & 3.3 \leq x \leq 5.5 \\ 1, & x > 5.5 \end{cases} \quad (3)$$

问题一要求我们考虑骑手的骑行安全与高质量服务这两个指标来设计合理的骑手配送时长方案。即要求我们建立一个合理的预测模型，当已知配送距离以后即可预测出最优的配送时长。而在建立该预测模型的过程中需要通过判断二者的重要程度来确定各自的权值。但单纯依靠主观赋权法难免会导致所赋权重的主观性过强，这必将导致预测结果难以令人信服。为此我们决定综合主观赋权法和客观赋权法来综合确定各指标的权重系数。

#### 主观赋权法：

随着经济社会的不断发展，人民对于美好生活的愿望愈发强烈。因此，无论是商家还是外卖骑手，都需要不断提升、优化自身的服务质量，只有这样才不会被时代所抛弃。

同时，骑手为了节约时间尽快完成配送任务，出现了逆行、闯红灯等违反交通规则的现象，这也导致了骑手事故频发，早在 2017 年上半年，上海市公安局交警总队数据显示，上海平均每 2.5 天就有 1 名外卖骑手伤亡。现如今，这一数据只会更加触目惊心。综上所述，外卖骑手的骑行安全与高质量服务这两个指标同等重要，因此，我们给予两者的权值均为 0.5。

#### 客观赋权法：

我们选择使用熵值法来对指标的权值进行确定。该方法的原理为通过计算指标的变异程度，倘若其变异程度越小，则意味着反映的信息量也越少，因此对应的权值也应该越低。

熵值法:

**Step1: 指标的一致化处理。**骑手安全与服务质量这两个指标均为极大型指标。而由于骑手的骑行速度越快, 骑手越危险, 且考虑到用于衡量骑手安全的速度数据不存在负数, 因此我们采用对行驶速度取倒数的方法来对骑行安全这一指标进行衡量。由  $n=71$  个评价对象, 2 个指标所构成的正向化矩阵为:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \\ \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

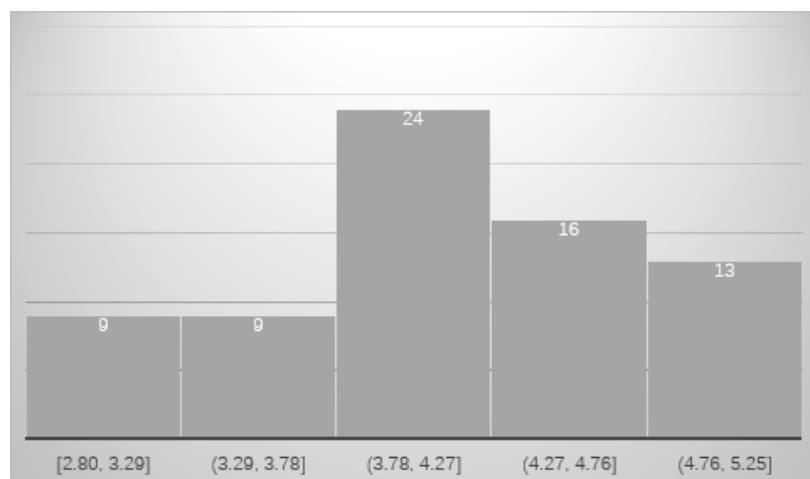
**Step2: 指标的无量纲化处理。**由于用来衡量骑手安全与服务质量这两个指标的物理量单位并不一致, 因此我们需要采用归一化的方法来对这两个指标进行标准化处理。对其进行标准化的矩阵记为  $Z$ ,  $Z$  中的每一个元素:  $z_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^{71} x_{ij}^2}$

**Step3: 计算第  $j$  项指标下第  $i$  个样本所占比重 ( $i = 1, 2, \dots, 71; j = 1, 2$ )。**将其看作相对熵计算中所用到的概率  $p_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^{71} z_{ij}$

**Step4: 计算每个指标的信息熵。**对于第  $j$  个指标来说, 其信息熵为  $e_j = -\frac{1}{\ln 71} \sum_{i=1}^{71} p_{ij} \ln p_{ij}$

**Step5: 计算信息效用值。**信息熵越大。信息效用值  $d_j = 1 - e_j$ 。所有样本取相同概率的趋势就越强烈, 因此, 本身所含有的信息就越少。因此我们引入信息效用值, 信息效用值越大对应的信息就越多, 该指标对应的权重也应该越大。

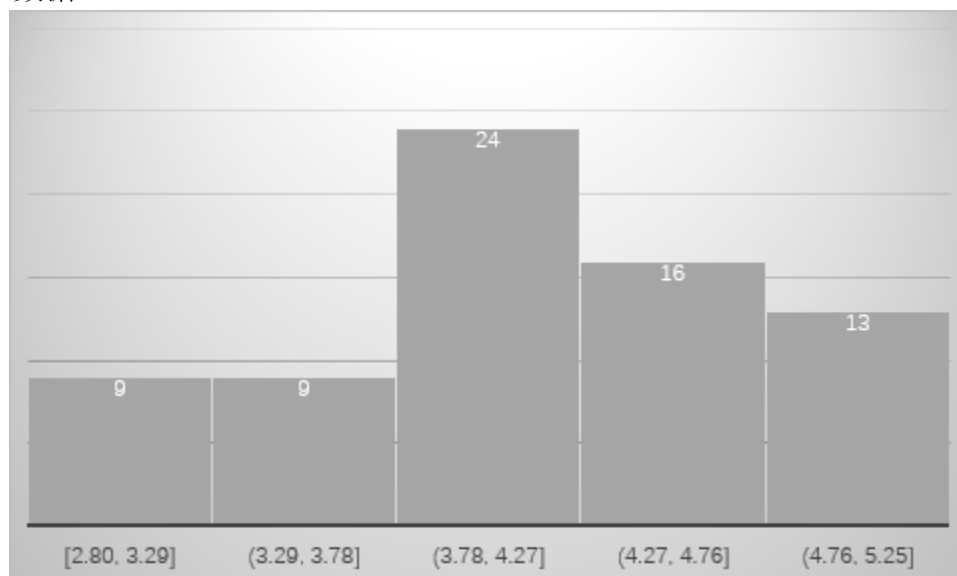
**Step6: 将两个指标的信息效用值归一化, 即可得到每个指标的熵权。**



图表 2 所有数据对应的频率直方图



通过频数直方图可知：骑手配送速度的区间跨度较大。而熵值法是一种基于各指标的相对变化程度对系统整体的影响来确定指标的方法，因此容易受到异常值的干扰。因此我们考虑使用缩尾法对原始数据进行处理，剔除某些异常值，剔除最大的 10% 的数据，剔除最小的 10% 的数据。考虑到收集的样本数据共有 91 个，因此，我们剔除最小与最大各十个数据。



图表 3 经剔除后的直方图

表 2 描述性统计

描述性统计	
样本个数	71
平均值	4.12
中位数	4.04
标准差	0.58
最小值	2.80
最大值	5.02

经熵值法得到的骑行速度的权重为 0.05，服务质量为 0.95，可见服务质量这一指标的变化程度较大，因此其所对应的权值较大。

采用加法集成赋权法来确定最终的指标权重。记骑手安全这一指标的权值为  $\omega_1$ ，则  $\omega_1 = \frac{0.5+0.05}{2} = 0.275$ 。记服务质量这一指标的权值为  $\omega_2$ ，则  $\omega_2 = \frac{0.5+0.95}{2} = 0.725$ 。

借用 topsis 方法来对不同的配送速度进行评价，从而得到最优的配送速度。

**Topsis 方法：**

**Step1:** 对原始矩阵正向化。

**Step2:** 正向化矩阵标准化。

**Step3:** 计算得分并归一化。

假设有  $n$  个要评价的对象， $m$  个评价指标的标准化矩阵：

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \cdots & z_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$$

定义最大值：

$$Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+, \cdots, Z_m^+) = (\max\{z_{11}, z_{21}, \cdots, z_{n1}\}, \max\{z_{12}, z_{22}, \cdots, z_{n2}\}, \cdots, \max\{z_{1m}, z_{2m}, \cdots, z_{nm}\})$$

定义最小值：

$$Z^- = (\min\{z_{11}, z_{21}, \cdots, z_{n1}\}, \min\{z_{12}, z_{22}, \cdots, z_{n2}\}, \cdots, \min\{z_{1m}, z_{2m}, \cdots, z_{nm}\})$$

定义第  $i$  ( $i = 1, 2, \cdots, n$ ) 个评价对象与最大值的距离  $D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^+ - z_{ij})^2}$

定义第  $i$  ( $i = 1, 2, \cdots, n$ ) 个评价对象与最小值的距离  $D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^- - z_{ij})^2}$

那么，我们可以计算得出第  $i$  ( $i = 1, 2, \cdots, n$ ) 个评价对象未归一化的得分： $S_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$

将得分归一化： $\tilde{S}_i = S_i / \sum_{i=1}^n S_i$

将已有的 71 个数据代入基于熵值法改进的 topsis 模型，并将运算结果进行排序。

其中最高得分为 0.0201，其所对应的配送速度为 5.02km/h。考虑到我们只收集到 71 个样本数据，所以  $v=5.02\text{km/h}$  只是一个局部最优解，因此我们选择采用遍历法得到全局最优解。

具体操作步骤为，设定速度的上下界与步长，我们所设定的速度下界为 2km/h，速度上界为 5.5km/h，步长为 0.01km/h，最终运行结果显示，此时得到的最高得分为 0.0216，其所对应的速度  $v=5.5\text{km/h}$ 。当我们把速度上界设置为 5.6km/h 后，此时的最高得分为 0.0218，且其所对应的行驶速度为  $v=5.6\text{km/h}$ 。此后再提升速度的上界，该模型计算出来的评分将会保持不变，始终为 0.0218 分。

由以上分析可知，行驶速度越快，骑手的生命安全就越容易受到损失，因此在总体评分相同的情况下，我们选择速度最慢的行驶速度作为我们想要的全局最优解。综上所述，骑手的行驶速度越接近  $V_0 = 5.6\text{km/h}$ ，表示骑手此次配送越合理。

同时借助前面利用 bootstrap 方法得到的总体平均配送距离为 3.14km，我们可以得到骑手最优的平均配送时间为  $t = \frac{d}{v} = \frac{3.14\text{km}}{5.6\text{km/h}} = 0.56\text{h}$ 。

记商家与顾客之间的距离为  $D$ ，骑手配送时长为  $T$ 。则根据我们所设计的配送方案，骑手配送时长  $T = \frac{D}{V_0} = \frac{D}{5.6\text{km/h}}$

### 5.1.2 奖惩措施

奖惩措施：质量奖惩由配送时长这个主要因素考量。运用时间窗口的概念对骑手单笔的配送时长进行考核，将骑手送达的时间划分为多个区间，围绕最优的配送时间正负向取 $[0\%,5\%]$ 、 $(5\%,10\%)$ 以及10%以上的六个区间。

考虑到骑手骑行安全和消费者所受服务质量两个因素，设定送达时间在 $[-5\%,5\%]$ 区间内为：高质量完成配送任务，在该区间送到的骑手将获得奖励，对超出奖励区间外送到的骑手都给予一定的惩罚。

通过以上求解知，骑手最优配送速度为5.6km/h，所在调查地区商家与顾客的平均距离为3.14km，计算得配送的平均最优时间为 $\bar{t}^* = 33.64$ 分钟。设商家与顾客之间的距离为 $d$ ，则最优配送时间为 $t^* = \frac{d}{5.6\text{km/h}}$ 。经调查数据得知，平台现有的准时宝是按照订单的1%金额进行收取。为了激励骑手按时完成订单任务，平台将利用这其中的部分资金对配送时长处于 $[t^* - \bar{t}^* \times 5\%, t^* + \bar{t}^* \times 5\%]$ 这一区间内的骑手进行奖励，取单笔实收准时宝的65%奖励高质量完成配送任务的骑手。通过调查数据可知，按照系统的准时宝赔付订单金额的70%。考虑到提升骑手整体幸福度，惩罚机制建立如下：从偏离的第二个区间开始按照订单金额的60%、70%依次递增赔付；即送达时间在 $[t^* - \bar{t}^* \times 10\%, t^* - \bar{t}^* \times 5\%]$ 和 $[t^* + \bar{t}^* \times 5\%, t^* + \bar{t}^* \times 10\%]$ 这两个区间内的骑手要承担订单金额的60%，而偏离时间3.364分钟以上的骑手将赔付订单金额的70%，以此类推。

## 5.2 问题2的模型建立与求解

静态订单：平台会根据骑手的所处的位置信息，智能分配一定数量的配送订单。这一部分订单属于静态订单。

动态订单：由于一些外在原因，导致某些原本不属于某位骑手的外卖订单转移到该外卖骑手身上，这一类订单属于动态订单。

根据动态订单产生原因的不同，其所对应的奖惩策略也会不同。我们将动态订单的产生原因分为三类。

第一类为不可抗拒因素引起的订单转移。比如骑手发生交通事故、电瓶车发生故障。对于此类动态订单，平台应对订单转移方的行为表示谅解，因此不应对其进行处罚。但为保证此份订单能够及时送达，保证平台内用户的粘性，平台应对订单被转移方实行奖励，结合问题一求得的最优送达时间，具体奖励措施如下：超时处于 $(0, 3.36]$ 分钟的转派骑手免去赔付金额。

第二类为因骑手自身原因而导致的订单转移。比如骑手临时有事，需尽快结束配送。此时平台对该骑手将进行处罚，根据新骑手任务的完成质量高低，将罚金的50%~60%奖励给接手该订单的新骑手。

第三类同样为因骑手自身原因而导致的订单转移，但此订单的转移可以实现双赢。比如A骑手某份订单C的配送位置相对于其他订单较远，此时如果将其转移给其他骑手，重新接收新订单，即可扩大收益；同时B骑手本身就有订单在订单C附近，因此如果接手订单C，也可扩大自身收益。此时，平台对订单转移方与订单被转移方均不实行奖惩措施。

综上所述，该策略并未显著增加订单总体配送费用与总体配送效率，但却能够使得骑手总体的满意度达到最高。

### 5.3 问题 3 的模型建立与求解

2018 年《电动自行车安全技术规范》强制规定，正常情况下电动自行车最高时速不得超过 25km/h。但现如今，随着人类对自然环境的破坏不断加剧，导致全球极端气候频发。在恶劣的自然环境下行驶，往往会出现视线模糊，电瓶车制动距离变长等一系列容易引发安全事故的问题。同时，由于顾客足不出户就能享受上门服务的便利，所以在极端天气下，外卖订单的数量通常会发生激增。根据美团官方公布的数据显示，外卖订单通常会增加 20%至 30%。一方面骑手骑行速度放缓，另一方面订单数量发生激增，两种因素相互叠致使外卖订单延误，物流运力动态调节能力崩溃。因此在这种情况下，出于对外卖骑手的安全考虑，我们对于配送时间的要求应当适当放宽。

正常情况下，汽车在高速公路上行驶的平均速度为 100km/h，而外卖骑手所驾驶的电瓶车平均时速大约是 25km/h，因此他们二者的速度之比大约为四比一。根据《道路交通安全法实施条例》规定，汽车在能见度小于 50 米的极端条件下行驶，其最高时速不能超过 20km/h。运用横向类比的思想可知，自行车在能见度小于 12.5 米的极端条件下行驶，其最高时速不得超过 5km/h。

同时，随着社会的不断发展，国民受教育的平均年限也在不断提高，根据最新的七普数据可知我国 15 岁及以上人口的平均受教育年限由 9.08 年提高至 9.91 年。伴随着人口受教育水平的不断提升，中国的国民素质也在不断提升。因此，顾客会更多的站在外卖骑手的角度换位思考，所以在恶劣的环境下，顾客往往也不会去刻意追究骑手延误的责任，而是选择谅解。

综上所述，我们仍然选择使用问题一所建立的数学模型，但将问题一所得到的最优骑行速度除以四作为问题三的最优骑行速度。即  $v = \frac{5.6\text{km/h}}{4} = 1.4\text{km/h}$ 。

通过公式  $t = \frac{d}{v}$  即可得到该骑手最优的配送时间。

当前主流的外卖平台也已注意到这一问题，并采取了相应的措施。比如，早在今年年初，饿了么就表示，在极端天气条件下，饿了么会取消超时、差评等考核，并提供一定的天气补贴。

考虑到在极端气候条件下，外卖骑手在送餐过程中所面临的风险陡增，因此顾客此时如果想要享受与平常相同的服务则需要付出更多的金钱成本，即需支付额外的订单配送费用。收费金额参考准时宝的平均收费金额，即收取订单金额的 1%。同时这一部分额外收费平台不应进行抽成，而应全额分发给外卖骑手。

在极端气候条件下，为了提升外卖骑手的个人幸福度，外卖平台应适当调整订单配送提成的比例。由网络收集的数据显示，正常情况下，骑手的单笔订单提成金额约为 2~6 元，按照不同城市的需求量程度而波动。订单配送提成由收取顾客的配送费用和商家的抽成两部分组成。统计结果显示，配送费用约为 2.65~4.5 元，平台通常会抽取商家 15%~20%的订单抽成。将原有的提成比例结构由 19.7%~41.3%调整至 59.1%~68.9%，结合实际数据代入算得骑手最终提成金额为 6~10 元。

## 5.4 问题 4 的模型建立与求解

### 5.4.1 博弈模型的假设,

- 1、不考虑政府监管下的交通违规罚款。
- 2、骑手均为平台专送，在配送外卖的过程中保持匀速驾驶。
- 3、各外卖平台承诺送达的时长相同。
- 4、在出现交通拥堵、极端天气、外卖骑行车电力不足等情况下，行业中各个平台及时配备转派骑手。
- 5、商家在用餐高峰期做出的接单量调整决策都是合理的。
- 6、外卖平台用户都处于理性状态，不只是凭借个别骑手服务质量对平台进行简单评价。
- 7、暂不考虑不可抗力因素对外卖平台整体影响。

### 5.4.2 博弈模型的建立与求解

#### 1、模型建立

本模型重点考虑高峰时期的外卖订单配送，涉及四个博弈主体，分别为商家、外卖平台、骑手、消费者。商家主要有调整接单量和不调整接单量两种行为选择；外卖配送平台具有让骑手高速和低速驾驶的两种行为选择；消费者是否对于预估配送时长敏感，可以分为选择高速和选择低速的两种行为选择；骑手有遵守和违反外卖平台要求的两种行为选择。

#### 2、博弈模型参数设定

表格 3

$P_{delay}$	超时给外卖平台带来的成本
$T_{platform}$	交通事故给外卖平台带来的成本
$L_{platform}$	平台流失客户的成本
$P_{human}$	配送途中转派给新一个配送人员给外卖平台带来的成本
$D_{P-delay}$	商家未调整接单量给外卖平台带来的成本
$Q$	外卖平台服务质量因骑手不遵守规定口碑下滑
$S_{customer}$	不可抗力因素给消费者带来的成本

$C_{delay}$	超时给消费者带来的成本
$T_{c.risk}$	交通事故给消费者带来的成本
$D_{C.delay}$	商家未调整接单量给消费者带来的成本
$H$	消费者因骑手主观因素带来的成本

## 1、商家不对高峰时期的订单接单量进行调整

表格 4 商家未调整接单量下的博弈收益矩阵

		用户 C	
		选择高速	选择低速
外卖平台 P	骑手		
	遵守	$(T_{platform}, S_{customer} + T_{c.risk})$	$(T_{platform} + L_{platform}, S_{customer} + T_{c.risk})$
	违反	$(T_{platform} + Q, S_{customer} + T_{c.risk} + C_{delay} + H)$	$(T_{platform} + L_{platform} + Q, S_{customer} + T_{c.risk} + C_{delay} + H)$
	低速		
低速	遵守	$(P_{delay} + P_{human} + L_{platform} + D_{P.delay}, S_{customer} + C_{delay} + D_{C.delay})$	$(P_{delay} + P_{human} + D_{P.delay}, S_{customer} + D_{C.delay})$
	违反	$(P_{delay} + P_{human} + L_{platform} + D_{P.delay} + Q, S_{customer} + C_{delay} + D_{C.delay} + H)$	$(P_{delay} + P_{human} + D_{P.delay} + Q, S_{customer} + D_{C.delay} + H)$

如上表所示，对于外卖平台而言，当消费者选择高速配送外卖时，外卖平台选择骑手高速配送获益大于选择骑手低速配送获益；当消费者选择低速配送外卖时，外卖平台在选择骑手配送速度时，要综合考量骑手人力转派成本、交通风险事故成本、用户流失成本的大小。对于消费者而言，当外卖平台选择高速配送时，对于客户的自身收益影响不大；当外卖平台选择低配速时，客户选择低速配送自身所承担的风险更低。

外卖平台和消费者的收益还受到外卖骑手主观因素的影响，当骑手不按照外卖平台规定和消费者意愿行动时，将会为外卖平台和消费者带来额外的成本负担。在就餐高峰期，若商家不对订单接单量进行合理的、动态的调整，则仅有的配送时长将会因菜品出餐时间延长而压缩，给外卖平台和消费者增加了承受成本的可能性。

## 2、商家根据高峰时期订单量进行合理的、动态的接单量调整

表格 5 商家调整接单量下的博弈收益矩阵

		用户 C	
		选择高速	选择低速
外卖平台 P	骑手		



高速	遵守	$(T_{platform}, S_{customer} + T_{c-risk})$	$(T_{platform} + L_{platform}, S_{customer} + T_{c-risk})$
	违反	$(T_{platform} + Q, S_{customer} + T_{c-risk} + C_{delay} + H)$	$(T_{platform} + L_{platform} + Q, S_{customer} + T_{c-risk} + C_{delay} + H)$
低速	遵守	$(P_{delay} + P_{human} + L_{platform}, S_{customer} + C_{delay})$	$(P_{delay} + P_{human}, S_{customer})$
	违反	$(P_{delay} + P_{human} + L_{platform} + Q, S_{customer} + C_{delay} + H)$	$(P_{delay} + P_{human} + Q, S_{customer} + H)$

如上表所示，商家调整接单量后将会降低外卖平台和消费者收益亏损的可能性，但是骑手的主观意愿对于外卖平台和消费者的收益仍然起着影响作用。

由上述分析可知，商家动态调整接单量会降低外卖平台和消费者所承担一定的风险，通过合理的订单适配可以提高骑手和消费者的幸福指数、提升外卖行业的整体效益，对于外卖平台的长期运作有积极意义。

### 5.4.3 结果

以所研究地区为例，通过网络收集数据和实地考察数据，结合实际得到了相应的博弈收益矩阵，如下表所示。

表格 6 商家未调整接单量下的博弈收益矩阵

外卖平台 P	骑手	用户 C	
		选择高速	选择低速
高速	遵守	(1260, 60)	(1350, 60)
	违反	(1320, 112.5)	(1410, 112.5)
低速	遵守	(2650, 435)	(2150, 385)
	违反	(2710, 487.5)	(2150, 435.5)

表格 7 商家未调整接单量下的博弈收益矩阵

外卖平台 P	骑手	用户 C	
		选择高速	选择低速
高速	遵守	(1260, 60)	(1350, 60)
	违反	(1320, 112.5)	(1410, 112.5)
低速	遵守	(2435, 220)	(1195, 170)
	违反	(2495, 272.5)	(1255, 222)

通过分析博弈收益矩阵可知，不管商家是否干预接单量，上述博弈的那什平衡点均

为（外卖平台高速、用户选择高速）。产生上述均衡结果的原因主要有以下四点。

首先，对于商家自身而言，为了获取更多的收益商家愿意接收更多的订单。尽管商家是否调整接单量对于选择高速配送的外卖平台的影响不大，但难以保证每位骑手都遵从平台的指示，意味着订单存在能否及时配送的风险；在保证骑手和平台选择一致的前提下，也要考虑交通路况和极端天气等多重因素的影响，商家不及时调整单量都会造成骑手有无法及时配送的更高可能性。过多的订单将导致出品时间延长的问题，也意味着严重压缩骑手配送时间，骑手面临配送时长超时的危机，进而造成骑手的幸福度下跌。当订单量得到满足而现有资源饱和时，商家通过加热調理包、选购不新鲜的食材、采用廉价包装材料来降低成本，这将严重影响消费者所接受的服务质量。长此以往，即使短期内商家获利增多，也不利于商家长期营业额的增长。因此，为了商家长远的发展，结合外卖送餐的各个环节因素考虑，商家应当采取积极有效的措施及时调整高峰期的接单量。

其次，对于外卖平台而言，由于外卖具有时效性高、区域限制严格的特点，因此外卖平台的单件外卖配送收益低，利润主要依靠大量的订单量来平台维持运转，而庞大的外卖订单量以高效的配送效率为支撑。同时，新增加一位骑手的成本高昂。外卖平台给骑手发送高速配送的提示，可以增加单位骑手配送外卖的数量，也可以免去高额的人力成本。外卖订单量集中在中午和晚上两个高峰期，增加骑手数量能有效解决外卖准时送达问题，但同时造成空闲时间大量人力的浪费。骑手的主观意愿对于外卖平台的收益有显著的影响，雇佣更多的骑手存在更复杂的管理问题。综上，激发单个骑手骑行速度的时间无疑是外卖平台的最优选择。

再次，对于消费者而言，消费者的服务体验与配送时长的长短直接相关，消费者在做出权衡时都倾向于选择更高配送速度的外卖平台以及准点到达的服务。与此同时，通过收益博弈矩阵的数据呈现，交通事故给消费者带来的损失不高，即难以改变消费者倾向于选择高速的决策。值得关注的是，骑手的主观意愿对消费者的服务体验也有显著的影响。

最后，对于骑手而言，骑手在博弈中起着关键性的作用。从收益矩阵来看，骑手违反外卖平台指示的成本与骑手遵守外卖平台指示的成本差值较大，即骑手的主观意愿对外卖平台运营收益和消费者所获收益产生较大的影响作用。

通过上述可见，仅仅依靠商家调整接单量难以降低外卖平台和消费者所承担的成本，而骑手的主观意愿则起着显著的影响作用。基于上述原因提出以下几点建议达成共赢方案。

第一，外卖平台应当建立起上岗培训，形成平台独有的企业文化，加强骑手城市交通法规的意识。外卖平台在骑手正式开始配送业务时，要与骑手建立良好的关系，增加各个站点的凝聚力；使骑手将交通法规牢记于心，意识到交通安全对于配送任务的关键性。

第二，商家要及时调整接单量降低外卖整体行业的风险。若商家不能形成合理的、动态的订单量接收调整，则导致压缩骑手配送的时长，进而影响消费者的服务体验感，形成恶性的循环。商家为了自身长远发展和外卖行业长期的健康运作，要根据不同的时段选择接收订单的数量，在用餐高峰期可以适当减少自身订单的压力。

第三，外卖平台在获得一定的收益时，要关注骑手的幸福度提升。建立相应的、严格的奖惩机制，奖惩措施已在问题一、二、三中阐述，这里不再赘述。制定切实的基本安全保障，完善配送行业保险制度，外卖平台必须为专送骑手购买人身意外伤害险，保障员工的人身权益，真正让做到不仅要保证配送服务的优质体验，更要关爱和重视员工的人身安全。

## 六、模型的评价及优化

### 6.1 灵敏度分析

在问题一中，我们通过主观判断，认为骑手安全与服务质量同等重要，即赋予他们的权值均为 0.5。现令这两个权值分别上下浮动 10%，即分别计算当骑手安全权重为 0.55 与 0.45 时的综合得分以及所对应的最优配送速度。

表格 8 权值变动示意表

骑手安全的权重 (主观权重)	最优配送速度 (km/h)	综合得分
0.5	5.6	0.0218
0.55	5.6	0.0215
0.45	5.6	0.0220

通过上表可知：综合得分和最优配送速度对骑手安全的主观权重值并不敏感，即可说明所建立的数学模型较为稳定，能够很好的实现对最优配送速度的预测。

同时，问题二与问题三的结果建立在问题一的预测模型之上，因此问题二与问题三的结果也较为可靠。

### 6.2 模型的优点（建模方法创新、求解特色等）

1. 模型假设较为合理（假设顾客均是理性人），能够较好地解决预测配送时长的问题。
2. 根据已知条件，建立了能够体现质变的 S 型函数，能够较好地对顾客态度进行刻画。
3. 对于指标的权重赋值并非采用单一的赋值方法，而是采用加法集成赋权法，兼顾两种赋权方法。

### 6.3 模型的缺点

1. 收集的样本数据只有 91 个，样本数据过少。因此可能会导致预测结果存在一定的偏差。
2. 该模型是建立在订餐人数相对较少的时间段内，没有将商家的制作时间考虑在内。

## 参考文献

- [1]锁立赛,姚建明,周佳辉.多方博弈视角下的外卖电动自行车限速策略研究[J].中国物价,2019,No.365(09):95-98.
- [2]翟高媛.基于利益博弈政策实验方法下的新生代农民工市民化研究——以保定市为例[D].河北农业大学,2015.
- [3]李亚,王倪.利益博弈政策实验方法:一种本土化的协商工具.
- [4]曾敏刚,林瀚,林倩.基于多方博弈的快递专用电动三轮车限速策略研究[C]//第十八届中国管理科学学术年会论文集.2016.
- [5]司宛灵,孙玺菁,司守奎.数学建模简明教程[M].国防工业出版社,2019.
- [6]曾敏刚,周彦婷.基于多方博弈的制造企业逆向物流的研究[J].工业工程,2009,12(6):33-37.

## 附 录

### 附录 1

编程语言: MATLAB      作用: 实现熵值法

```
function [W] = Entropy_Method(Z)
[n,m] = size(Z);
D = zeros(1,m);
for i = 1:m
    x = Z(:,i);
    p = x / sum(x);
    e = -sum(p .* mylog(p)) / log(n);      %计算信息熵
    D(i) = 1 - e;      %计算信息效用值
end
W = D ./ sum(D);      %将信息效用值归一化, 得到权重
end
```

### 附录 2

编程语言: MATLAB      作用: 得到 71 个样本所对应的综合评分

```
clear;clc
load shuweibei.mat %第一列为速度, 第二列为带入 S 型函数得到的评分数据
[n,m] = size(shuweibei);
v_z=1./(shuweibei(:,1));      %对第一个指标进行正向化处理
shuweibei_z=[v_z,shuweibei(:,2)];
%对正向化后的矩阵进行标准化
Z = shuweibei_z ./ repmat(sum(shuweibei_z.*shuweibei_z).^0.5, n, 1);
%利用熵值法计算所有指标的权值
weight = Entropy_Method(Z);
weight=[0.275,0.725];      %加法集成赋权法后的结果
%利用 topsis 方法对所有样本进行评价
D_P = sum([(Z - repmat(max(Z),n,1)).^2] .* repmat(weight,n,1),2).^0.5;
D_N = sum([(Z - repmat(min(Z),n,1)).^2] .* repmat(weight,n,1),2).^0.5;
S = D_N ./ (D_P+D_N);
disp('最后的得分为: ')
stand_S = S / sum(S)
[sorted_S,index] = sort(stand_S,'descend')      %按降序重新进行排序
```

### 附录 3

编程语言: MATLAB      作用: 寻找最优配送速度的子函数

```
function [y,v_max] = Xun(x,shuweibei_z,Max,n,weight,v_max)
a=1.375;
b=3.068;
c=-0.857;      %a,b,c 均为 S 型函数的参数
if x<3.3
    f=0;
elseif x>5.5
```

```

    f=1;
else
    f=a*(x-b).^(1/3)+c;
end
x=1./x;    %正向化处理
Z=[shuweibei_z;x,f]./
repmat(sum([shuweibei_z;x,f]).*[shuweibei_z;x,f]).^0.5, n+1, 1);
D_P = sum([(Z - repmat(max(Z),n+1,1)) .^ 2] .* repmat(weight,n+1,1),2) .^ 0.5;
D_N = sum([(Z - repmat(min(Z),n+1,1)) .^ 2] .* repmat(weight,n+1,1),2) .^ 0.5;
S = D_N ./ (D_P+D_N);
stand_S = S / sum(S);
[sorted_S,index] = sort(stand_S,'descend');
Max1=sorted_S(1);
if Max1>Max
    Max=Max1;
    v_max=1/x; %假如某次遍历其综合评分高于已有的最高评分，则替换
end
y=Max;
v_max=1/x; %将综合评分与速度弹出
end

```

## 附录 4

编程语言：MATLAB      作用：寻找最优配送速度的主函数

```

clear;clc
load shuweibei.mat
[n,m] = size(shuweibei);
v_z=1./(shuweibei(:,1));
shuweibei_z=[v_z,shuweibei(:,2)];
Z = shuweibei_z./ repmat(sum(shuweibei_z.*shuweibei_z) .^ 0.5, n, 1);
weight = Entropy_Method(Z);
weight=[0.275,0.725];
D_P = sum([(Z - repmat(max(Z),n,1)) .^ 2] .* repmat(weight,n,1),2) .^ 0.5;
D_N = sum([(Z - repmat(min(Z),n,1)) .^ 2] .* repmat(weight,n,1),2) .^ 0.5;
S = D_N ./ (D_P+D_N);
stand_S = S / sum(S);
[sorted_S,index] = sort(stand_S,'descend');
Max=sorted_S(1);
v_max=1/v_z(index(1));    %取出已有的 71 个样本数据中最优数据
for i=2:0.01:5.6
    [Max,v_max]=Xun(i,shuweibei_z,Max,n,weight,v_max);
end

```

## 附录 5

编程语言：python      作用：通过 bootstrap 方法估计全体样本的均值

```

import numpy as np
import pandas as pd
import random
df = pd.read_excel('美团数据.xlsx')
sample_mean_list=[]

```



```
for i in range(10000):
    index = np.random.choice(range(85),85)
    sample_mean_list1.append(np.mean(df.v[index]))
print ('通过 bootstrap 方法估计出来的骑行速度总体均值为：',np.mean(sample_mean_list1))
sample_mean_list2=[]
for i in range(10000):
    index = np.random.choice(range(85),85)
    sample_mean_list2.append(np.mean(df.s[index]))
print ('通过 bootstrap 方法估计出来的骑行距离总体均值为：',np.mean(sample_mean_list2))
sample_mean_list3=[]
for i in range(10000):
    index = np.random.choice(range(85),85)
    sample_mean_list3.append(np.mean(df.t[index]))
print ('通过 bootstrap 方法估计出来的配送时间总体均值为：',np.mean(sample_mean_list3))
```

距离	时间	美团专送	距离 2	时间 2	美团专送 2	距离 3	时间 3	美团专送 3	距离 4	时间 4	美团专送 4	距离 5	时间 5	美团专送 5
4.1	48	T	3.1	40	T	3.4	54	T	1	30	F	1	30	F
3.2	48	T	4	51	T	2.3	45	T	2.6	41	F	1.2	45	F
3.1	40	T	3	45	T	3.1	46	T	9.6	65	F	1.1	40	F
3.1	59	T	3.4	54	T	2.8	34	T	4.3	46	F	1.2	40	F
3.6	50	T	2.8	41	T	3.1	43	T	1.1	40	F	2.1	37	F
4.1	46	T	2.9	45	T	3	45	T	0.55	30	F	1.3	30	F
3.2	39	T	3.1	47	T	1.1	30	T	1.3	30	F	2.5	70	F
3.6	49	T	2.9	38	T	4.2	49	T	2.1	30	F	3	40	F
3	43	T	3.9	35	T	3.8	48	T	1.1	31	F	0.8	43	F
3.7	49	T	3	45	T	0.764	30	T	1.3	30	F	1.1	39	F
3.2	56	T	3.1	50	T	1	45	T	2.1	30	F	0.9	49	F
2.9	55	T	3.1	61	T	3.5	38	T	1.3	39	F	2.1	33	F
3.1	41	T	3.7	46	T	3.5	53	T	3.5	38	F	3.4	40	F
2.9	45	T	3.1	48	T	4	38	T	1	40	F	1	40	F
4.1	49	T	1.3	32	T	1.1	40	F	2.6	40	F	1	50	F
3	47	T	3.4	46	T	2.6	35	F	2.6	31	F	3.3	40	F
4	40	T	2.9	35	T	1.5	30	F	3.9	35	F	1.1	60	F
2.5	46	T	3.5	41	T	0.726	45	F	2.6	31	F	1.1	58	F
3.2	47	T	3.3	49	T	3.1	40	F	1.6	47	F	1.6	30	F
1.2	30	T	2.5	40	T	1	40	F	3	45	F	1.1	50	F
3.5	42	T	3.4	48	T	1.2	40	F	1.1	36	F	1.1	40	F
2.5	46	T	2.1	45	T	1	40	F	4	40	F	1.3	45	F
3.1	47	T	3.5	47	T	1	40	F	3.4	50	F	1.3	45	F
3.5	44	T	3.2	52	T	1.1	48	F	2.7	49	F	3.3	42	F
1.5	34	T	2.7	46	T	2.7	30	F	1	40	F	1.3	40	F
2.6	36	T	2.9	45	T	1	47	F	0.987	55	F	3.4	42	F
4.1	50	T	3.5	45	T	1.1	45	F	1.1	40	F	1.2	30	F
3.9	49	T	1.5	40	T	1.2	50	F	4.2	30	F	1	50	F
2	37	T	4.3	40	T	1	35	F	4.3	46	F	1	40	F
0.775	30	T	3	40	T	1.1	60	F	1.1	50	F	2.7	35	F
4.1	48	T	3.6	44	T	2.9	30	F	0.864	45	F	2.2	40	F
3.1	49	T	2.8	56	T	4.1	43	F	1	40	F	1.1	45	F
3.5	42	T	3.3	40	T	2	30	F	1.4	40	F	1	65	F
1.9	32	T	3	44	T	2.6	56	F	1.1	40	F	1.5	53	F
3.1	49	T	3.1	50	T	3.2	28	F	1.1	50	F	1	39	F
3.1	48	T	2.8	40	T	1.5	30	F	1.1	40	F	2.6	34	F
3.9	48	T	3.8	60	T	1.5	40	F	1.2	30	F	1.5	32	F
1.1	32	T	2.9	37	T	1.5	30	F	4	45	F	3.4	41	F