

层次分析法数学模型在大学生电商购物平台选择中的应用

贡涵旭

(西北工业大学, 陕西 西安 710129)

摘要: 电商购物平台在大学生们的日常消费生活中占据重要地位, 为解决最优电商平台的选择, 本文以大学生消费支出占比最大的电子产品购买为例, 使用层次分析法建立方案最优选择数学模型, 考虑质量、价格、物流、知名度及售后服务五个影响因素作为准则层, 以常见的京东、淘宝以及拼多多作为备选方案, 通过定量与定性分析得到最优购买平台方案, 为大学生在电商平台的购物提供一定的借鉴。

关键词: 层次分析法 数学模型 大学生 电商购物平台选择

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2023.09.79

随着近些年互联网的普及与发展, 人们消费水平的不断提高, 传统的线下实体店购物模式已经不能完全满足消费者的日常需求, 随即涌现了大量的电商购物平台, 而大学生们由于接受新型消费方式的速度快, 也逐渐成了网络购物的主要消费群体, 那如何选择合适的购物平台对大学生们的日常消费来说也显得尤为重要。通过近两年中国大学生总体消费情况及常用购物平台的分析, 以消费占比最大的电子产品购买为例, 选取了使用率较高的京东、淘宝、拼多多三个电商购物平台作为备选方案, 把大学生消费时较为关注的质量、价格、物流、知名度以及售后服务作为五个常见的影响决策的因素, 建立层次分析法(简称AHP)模型, 帮助大学生在电商平台购物选择时能够采用最佳的购买方案。

层次分析法是Satty T.L.稍晚于多属性决策提出的一种系统化、层次化、定性和定量相结合的思路和方法。一般自上而下地分为目标、准则、方案三个层次。最上层是目标层, 通常只有一个元素, 最下层是方案层, 中间的准则层既影响目标, 又支配方案。层次分析法首先要确定各个准则(影响因素)对目标的权重以及各个方案对每一个准则的权重, 然后再将二者综合, 得到方案对目标的权重。层次分析法包含以下几个要素: 层次结构图、成对比较矩阵和特征向量、一致性指标和一致性检验^[1]。

一、模型准备阶段

本问题的核心是如何通过建立层次分析法模型, 结合大学生在消费电子产品时较为关注的影响因素, 找出不同电商购物平台的区别, 从而总结出最优的决策方案。因此, 本文将决策问题分解为三个层次, 最下层为方案层即京东、淘宝与拼多多, 中间层为五个影响决策的因素, 最

上层为目标层则是最终的电商平台购买方案。通过每一层两两相互比较构建成对比较矩阵, 确认质量、价格、物流、知名度、售后服务各准则对决策对目标的权重, 及京东、淘宝、拼多多各方案对每一影响因素的权重, 将上述两组权重进行综合, 最终得到各方案对决策目标的综合权重, 为最终的电商平台方案决策提供比较科学的指导。

(一) 建模思路

影响大学生在电商购物平台购买电子产品的选择因素有很多, 例如质量、价格、物流、知名度、售后服务等方面。然而关键还是要综合各种因素, 通过层次分析法的数学建模方法, 对电商购物平台购买的各种因素进行分析, 得出一个大致性的结论, 再通过建立不同因素的权重标度值的矩阵, 通过数学的矩阵运算, 推断出最好的购买方案。综合以上分析, 解决问题思路如下: 通过对电商购物平台的充分分析, 得出不同的平台的购买的权重标度值的矩阵; 分析所得出的矩阵的元素, 确定主要影响因素; 结合不同的因素, 建立对应关系, 通过综合权重占比选出最佳的选择方案^[2]。

(二) 问题分析

根据以上对问题的总体分析, 解决问题的具体步骤如下进行: 从质量、价格、物流、知名度、售后服务五个方面分析购买电子产品时不同的电商平台选择, 建立权重标度值矩阵; 运用线性代数中的矩阵分析过程对所得出的矩阵进行具体分析, 分析计算结果, 得出结论。

二、模型建立及求解

(一) 模型假设

假设1: 大学生购买电子产品时的电商购物平台选择只有京东、淘宝与拼多多; 假设2: 不考虑质量、价格、物

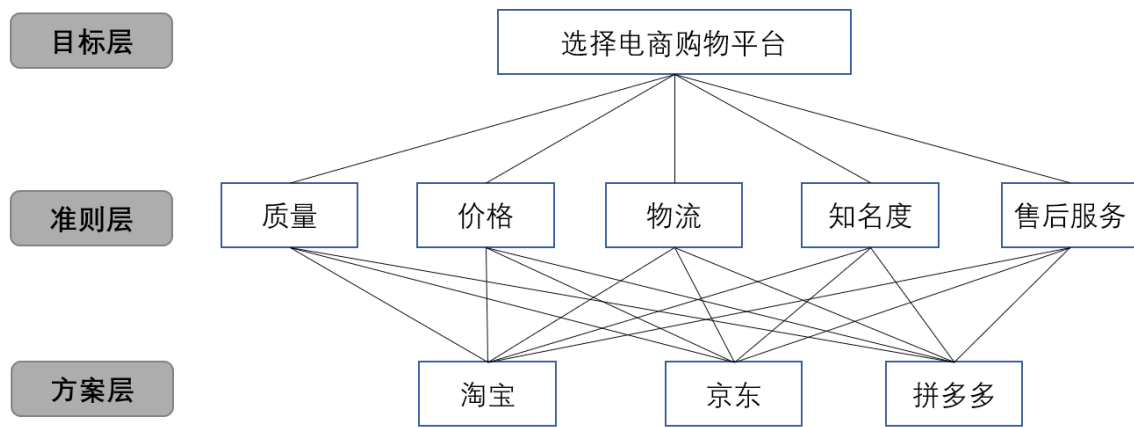


图1 层次结构图

流、知名度、售后服务以外的其他影响因素；假设3：购买电子产品的大学生都计划通过正规网络电商渠道购买，即不考虑购买者是否能通过其他二手渠道；假设4：由于电子产品的价格每天都会有所浮动，在此假设产品都是在同一时间去各个电商平台购买。

通过问题分析和模型假设把层次分析法在大学生电商购物平台选择中的应用模型步骤归纳，建立了如图1所示的层次结构图，图中用直线表示上下层元素之间的联系。

(二) 模型建立及求解

1. 符号定义及说明

当确定某一层的元素 X_1, X_2, \dots, X_n 对上层的一个元素 Y 的权重时，为了减少在这些性质不同的元素之间相互比较的难度，不把它们放在一起比较，而是两两相互对比，并且对比时采用相对的尺度。从层次结构模型的准则层开始，对于影响方案决定的每一个因素两两比较，构建影响选购方案的成对比较矩阵，然后再从方案层中构建不同影响因素的判断矩阵。例如上图所示，将准则层 X_1 和 X_2 对上层选购电商购物平台的目标的重要性之比用 X_{12} 表示，两两成对比较对上一层的重要性之比的结果就是成对比较矩阵，用1-9表示其重要程度范围。当标度为1时，代表的含义是 X_i 与 X_j 相同重要，标度为3则代表 X_i 比 X_j 稍微重要些，标度值为5时， X_i 比 X_j 重要，7代表 X_i 比 X_j 重要很多，9则指 X_i 比 X_j 极其重要。2、4、6、8则同上按照数字的大小 X_i 比 X_j 的重要性介于以上数字相邻间。因为成对比较矩阵是两两互相比较，因此若 X_i 比 X_j 之比为 u_{ij} ， X_i 比 X_j 之比就为 $\frac{1}{u_{ij}}$ ，取值范围则是1-9的倒数。 U 代表影响因素对

选择电商购物平台的重要性，即成对比较矩阵，且 $u_{ij} > 0$ 。 C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 则代表京东、淘宝、拼多多三个电商平台分别在质量、价格、物流、知名度以及售后服务的优劣成对比较矩阵。

2. 成对比较矩阵构建

准则层对目标层的成对比较矩阵构建，以大学生对选购电商平台时所看重的影响因素进行两两比较哪个更加重要后，得到了以下的成对比较矩阵。

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 7 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 & 5 & 4 \\ 1/7 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1/4 \\ 1/3 & 1/2 & 1/4 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

从上图可以看出在购买电子产品时，大学生考虑的因素质量比价格稍微重要，质量比物流重要一些，质量比知名度重要很多，质量比售后服务稍微重要一些。价格比物流稍微重要，价格比知名度稍微重要一些，价格比售后服务稍微重要。物流比知名度重要一些，比售后服务稍微重要一些。售后服务比知名度稍微重要一些。

构造第3层对第2层的每一个准则构成的成对比较矩阵，按照相关的市场数据比对分别给出成对比较阵如下。

$$C_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/6 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/7 \\ 3 & 1 & 1/5 \\ 7 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/7 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_5 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 1/4 & 1 & 2 \\ 1/6 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

这里的 C_1 代表京东、淘宝与拼多多三个购物平台的电子产品质量两两比较矩阵； C_2 代表三个购物平台价格对比， C_3 、 C_4 、 C_5 分别代表三个购物平台的物流、知名度及售后服务对比。其中，质量来看，三个电商购物平台中京东比淘宝质量好一些，京东比拼多多质量好很多，淘宝比拼多多质量好一些。从价格来看，淘宝比京东的同类型电子产品的价格优惠一些，拼多多比京东优惠的力度会更大，淘宝比拼多多的价格略贵。从物流来看，京东拥有自己的专属物流仓，物流速度最快，其次是淘宝，最后是拼多多。从知名度来说，淘宝的用户量与使用率是最高的，其次是京东，最后是拼多多。从售后服务来看，京东的售后服务及评价比较高，其次是淘宝，最后是拼多多。

3. 权向量与一致性检验

数学上已经证明，对于 n 阶成对比较矩阵 U ，最大特征根 $\lambda \geq n$ ，且 U 是一致阵的充分条件为 $\lambda = n$ 。在实际应用中，成对比较矩阵通常不是一致阵，为了能用对应于成对比较矩阵 U 的最大特征根 λ 的特征向量 W 作为权向量，需要对它不一致的范围加以界定。引入了一致性指标 CI ，随机一致性指标 RI ，以及一致性比率 CR 。其中， $CI = (\lambda - n) / (n - 1)$ ， RI 来自于Satty用大量样本得到的取值； $CR = CI / RI < 0.1$ 。

通过构建成对比较矩阵，采用MATLAB软件计算权向量并作一致性检验，可得到 U 矩阵的最大特征根为 $\lambda_{\max} = 5.4182$ ， $n = 5$ 时， $RI = 1.12$ ， $CR = 0.0934 < 0.1$ ，即通过一致性检验。因此该矩阵所对应的标准化特征向量为 $w_0 = (0.4263, 0.2191, 0.1996, 0.0455, 0.1095)^T$ ，在选择电商购物平台时，质量影响最大，占比42.63%，依次是价格21.91%，物流19.96%，售后服务10.95%以及知名度4.55%。

随后根据MATLAB软件可得 C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 均通过一致性检验。 $w_1 = (0.6548, 0.2499, 0.0953,)^T$ ， $w_2 = (0.0810,$

$0.1883, 0.7306)^T$ ， $w_3 = (0.6694, 0.2426, 0.0879)^T$ ， $w_4 = (0.3108, 0.4943, 0.1958)^T$ ， $w_5 = (0.7010, 0.1929, 0.1061)^T$ 。组合权向量 $w = w_0 * (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5) = (0.5214, 0.2398, 0.2388)^T$ ，可知选择京东占权重52.14%，选择淘宝品牌占比23.98%，选择拼多多品牌占比23.88%，因此最终目标方案选择在京东平台购买电子产品^[3]。

三、模型推广与总结

(一) 模型评价

本模型系统呈现了层次分析法在实际生活中的应用，能够运用该数学模型方法定量与定性相结合分析选择问题，最后用MATLAB软件求解，能够为科学地决策提供一定的指导和分析。在本模型中也具备一定的局限性，虽然参考了一定数据支撑成对比较矩阵的赋值，但还是存在一定的主观性，该模型也会因人而异，每个人都可以选择不同的影响因素和方案层，因此主观因素的影响会存在一定的误差。同时，该模型因为所选取的应用是大学生针对电商购物平台的选择，但电商购物平台的种类较为繁多，因此选取了大学生消费占比较大的电子类产品作为参考，因此具有一定的局限性，可以在考虑购物平台的种类时，多增加几个大学生常见的电商购物平台以及影响选择的因素，例如优惠活动、APP的使用便捷性、库存量、型号种类等，考虑的因素越全面，得到的结果也会更加合理。

(二) 模型推广

该模型适用于现实生活中的复杂决策问题，当大学生面临专业选择、时间管理等职业规划问题，或是大学生生活中的干部选举、购买比较昂贵的东西时，以及未来大学生毕业后就业方向、就业低选择以及职位晋升、买房等均可以使用层次分析法模型，将实际问题转化为数学模型，使用相关的数学软件进行计算定量分析，选择出适合自己的不同选择。因此，此模型具有实用性和很强的推广性。

参考文献

- [1]姜启源,谢金星,叶俊.数学模型(第五版)[M].北京:高等教育出版社,2018.
- [2]闫晓萍.基于层次分析法的大学生网络购物决策影响因素分析[J].中国商论,2021(23):27-29.
- [3]汪晓银,邹庭荣.数学软件与数学实验[M].北京:科学出版社,2008.