

浅析高校新校区餐饮业入驻选择可行性 项目研究报告



报告撰写人：
隋 群
姚智元
陈鑫淼
葛语辰
武 钢

摘 要

高校餐饮业店铺根据其经营场所主要分为两类：入驻食堂的店铺以及在学校外围商业街的店铺。餐饮业店铺的受欢迎程度取决于很多因素，本百项科研小组以大学校园内及周边商业街的餐饮业为研究对象，以南开大学学生第二食堂及南开大学西南村的食物店铺为样本，研究了目前大学周边该行业的现状，运用了改进的 TOPSIS 法以及层次分析法给出这一模型并确定模型最优解，最劣解，根据研究对象距离最优解的距离与最优解距离最劣解距离之比将每家店铺进行评分，并给出一个对于餐饮业店铺的评价体系。并由此得出结论：对于餐饮业店铺经营者来说，在选择商铺位置时，应根据自身店铺的特色，如口味、食品类别、人均消费等。未来计划入驻新校区的商家应当根据自身条件评价体系，通过比较入驻食堂以及在商业街开店的评分大小，来决定是应该在校内开店还是应该在校外开店。

Abstract

Universities catering shop is divided into two categories according to their place of business: settled shop and cafeteria in the school periphery commercial street shops. The popularity of catering outlets depends on many factors. Taking the restaurant industry of commercial street as the research object, using the second Nankai University student cafeteria and food shops in the southwest village of Nankai as a sample, our research team studied the situation of the food industry around our campus, applied an improved TOPSIS method and AHP in that to provide the optimal solution and the worst solution. The team scored each shop by considering the quotient of the distance between the target and the optimal solution, then figured out a set of catering shop evaluation system. From the evaluation system we made our conclusion: for catering shop operators, in the choice of the location of shops, stores should be based on their own characteristics, such as taste, food category, per capita consumption. Those operators who are anticipating to establish shops on the new campus can make the decision by comparing the relative score while locating their shop inside the school or outside the school.

目录

第一章	导论	4
第一节	项目背景	4
1.1.1	项目的背景	4
1.1.2	研究该项目的意义	6
1.1.3	南开大学津南校区餐饮业发展状况	6
第二节	项目实施计划	9
第三节	已完成任务	10
第二章	数据处理以及建模	12
第一节	数据采集	12
2.1.1	餐厅数据的采集	12
2.1.2	影响餐厅利润因素的分析	12
第二节	模型的建立	14
2.2.1	TOPSIS 法中变量权重的确定	14
2.2.2	层次分析法修改权重：	16
2.2.3	TOPSIS 法中最优解最劣解的确定：	18
2.2.4	TOPSIS 法中计算距离的确定：	18
第三节	餐饮业商家利润评估	20
2.3.1	评价体系影响因素权重的确定：	20
2.3.2	商家店铺的评价	23
第四节	结果分析	24
2.4.1	研究表格及图表	24
2.4.2	结果分析	26

第一章 导论

第一节 项目背景

1.1.1 项目的背景

随着经济的快速发展和高等教育体制改革的加快,我国的高等教育也由精英化迈入大众化。¹而随着高等教育由精英化向大众化方向转变,我国高等教育也进入了快速发展时期,经过合并,扩招等方式,高校的办学规模急剧扩大与原有的校舍面积、实验设备等办学指标过低的矛盾日见突出,这一突出矛盾成为制约高等学校发展的瓶颈。为了尽快解决这一问题,各级政府、教育主管部门、高等学校积极应对,在充分挖潜老校区办学资源的基础上,纷纷启动在城市边缘另行选址建设新校区。合理扩大办学用地对学校发展意义十分深远,这是新校区建设的动因之一。

新校区建设的另一个主要原因是地方政府力量的推动。天津海河教育园区规划选址位于海河中游南岸津南区内,周边紧邻咸水沽、八里台示范区、双港镇和大寺镇。照功能定位要求,海河教育园区将努力打造成为集职业教育、职业培训、技能鉴定、职业指导、技能竞赛为一体,产学研相结合,面向社会开放办学的综合性教育园区。这样做既可实现各高校基础设施的共建和共享,又能在大规模的大学城建设中给未来政府带来很多外部效益,例如:拉动本地内需、提供较大数量的工作岗位、带动地方经济增长、提升大学城周边农村的土地商业价值等。

然而由于大学新校区常处于远离城市中心的郊区,往往面临以下几个主要问题:

1) 地理位置边缘化,周边环境复杂。空间隔离是目前多校区的的一个基本状况,学校的新校区基本处于一个孤岛状态,交通不方便。同时由于处于这样一个环境之中,周边的环境条件也极其复杂,给师生的第一印象是学校的隔离对教师工作不利,对学生学习不利。

2) 校园建设与使用同步,校园环境建设不完善。按照现在大学的办学理念,新校区的建设规划是精心设计的,不但体现学校的长远发展大计,还体现学校的

¹颜忠诚 《光明日报》(2015 年 05 月 19 日 14 版):《高校新校区管理的问题与对策》

历史与文化遗产。由于空间的制约，很多大学的新校区使用往往是在建设过程中就开始使用了，这虽然能满足最基本的需要，但也容易造成建设的相对滞后。

3) 新校区独立，教学资源难以共享。老校区由于办学历史长，各方面相对成熟，特别是教学资源。而新校区由于空间的隔离、建设的不完善等原因会出现一系列问题，如教师与学生交流缺乏，刚刚进入大学的一年级新生无法或难以感受到大学的大师人格魅力和教书育人风采，很容易出现迷茫的情绪；低年级学生与高年级学生之间的交流隔断，朋辈的相互影响很难发挥作用。新校区由于相对独立，教学资源难以共享，学生课外的学习机会大大减少。

4) 软环境建设滞后，校园文化氛围欠缺。校园文化能使学生有强烈的归属感和认同感。从校园文化氛围方面来说，新校区是在“文化沙漠”地带建立的，这对刚刚入校的学生来说，很容易形成大学只是学习之地的印象，很难感受到高等学校浓厚的学术研究氛围，也难以体验校园文化的碰撞和交融，潜移默化的影响缺失。

5) 后勤服务单一，服务意识滞后。新校区周边属广阔的农业用地，新校区的后勤服务仅局限于全校提供服务的一部分，其单一性使得服务的竞争意识不强，很难满足新区教师和学生们的要求。

特别地，我们关注到津南校区校园周边商业服务设施较欠缺，地理以及人文环境较原校区都有所差别，原材料以及资源都稍有匮乏，无以满足在校师生的消费需求。而大学后勤管理也逐渐趋近于社会化，因此随着高校后勤这块“蛋糕”越做越大，校区内部和周边商业零售、餐饮等服务业不断发展，一种独特的商业空间——学生商业街便在各高校新校区逐渐形成。

随着我校津南校区建设进程的不断迈进，新校区商业街的店铺招商工作引起了相当的重视，津南新校区的建成也为商家提供了难得的机遇。与此同时，一些店铺招商决策上的问题也逐渐显现，而其中特别值得关注的的一个就是影响餐饮业商铺选址的问题，对这个问题有两个方案选择：一是选择入驻学校食堂承包个别窗口（如，八里台校区的金鹏菜馆）；二是选择在商业街单独开店。两种方式皆具优缺点，对于如何在选择上做出理性决策，二者等价选择的临界值点便自然成为了研究的中心和焦点。

1.1.2 研究该项目的意义

新校区建设无论是从国家的发展战略上看,还是从学校的发展空间上看,都具有重要的历史意义。新校区的建设如何,将直接关系到学校将来在学术、科研等方面的发展。

鉴于中国市场经济正在发展,各项法律法规还未完善,食品市场还未饱和,大学生作为独特的消费群体有深厚的消费潜力,结合高校新校区建设往往选择在城乡结合部经济欠发达区域等等现状,商家,特别是餐饮业商家仍然面临着很大的不确定性,如何通过经济调研得出的数据做出有效决策,如何利用更好的学校食堂招标条件创造更好的经济效益,是摆在每一个商家面前的问题,我们希望通过大量的调研,从横向出发实地调查各大城市大学城的餐饮业商家参加学校食堂招标的情况,以及对影响同学们选择就餐地点的变量分析;从纵向出发通过长时间对南开大学新校区建设进行持续的观察记录,最后通过大量收集到的数据建立一个具有一定普适意义的有效模型,商家依据此模型可判断选何种方式才能让自己的利益最大化,也就是研究高校新校区餐饮业店铺入驻多样性选择可行性问题。

众所周知,所有商家做出决策的最终归宿都是获取利益最大化,而决定利润水平的是收入和成本支出两项内容。因此,罗列和探究影响收入和成本支出的因素才是研究临界值点的关键。然而,许多有影响力的因素,如对成本支出有影响的原材料采购成本、校内外承包租金、雇员工资费用等数据的获得以及相互联系的建立并不直观,且校外店铺数量也在随着市场调节不断发生变化,因此需要将会对商家运营成本以及预计收益产生影响的地理以及人文因素量化通过设计出有效的模型来推测出商铺入驻食堂承包或在校外开店的临界利润和成本值,即以建模的形式来量化需考虑的地理以及人文因素,结合津南校区的独特情况后,进一步分析预测两种商家所获取利益,从而达到临界值测算的目的,并以我校新校区周边商业街和校内商业共同发展为例,为今后其他各高校作参考。

1.1.3 南开大学津南校区餐饮业发展状况

一、类别

- 按经营主体划分:

南开大学津南新校区餐饮业可以分为食堂和私营两大类。食堂由主食堂、小

餐厅、清真食堂、留学生食堂和西南村部分分店组成的小吃街构成，其中主食堂按楼层承包单独管理。私营店铺有火锅店、北区拉面、川菜店、西餐厅、咖啡厅、赛百味、格朗和米线、烧烤店、小面、711 和饮品店组成。

- 按所属地理区域划分：

南开大学津南新校区餐饮业可以分为文科区和理科区。文科食堂由主食堂，二楼小餐厅和清真食堂组成。理科区食堂由主食堂和西南村部分分店组成的小吃街构成。文科区的私营店铺有火锅店、北区拉面、川菜店、西餐厅、咖啡厅和赛百味；理科区的私营店铺有格朗和米线、烧烤店、小面、711 和饮品店组成。

二、 发展过程

- 初期

南开大学津南新校区餐饮业建设属于天津市海河教育园区建设的一期工程，建设时间为 2011 年至 2013 年。在 2015 年第一批学生搬迁至津南新校区后，餐饮业房屋外部和内部建设已经完成，食堂承包和私营店铺招商工作均已落幕。学期开始初期，文科区和理科区的主食堂已经开始正常使用；部分私营店铺已经开始装修，但由于当地还未实现煤气输送，大部分私营店铺在 2015 年秋季学期均未能正常营业。

- 发展

新校区主食堂菜品不断增加，装修好的窗口陆续开放，食堂的一楼均设有水吧，换卡充值处和圈存机，为同学们提供了良好的餐饮服务环境；文科区的二楼食堂小餐厅在开学不久后也开始投入运营，入口处增设了饮品销售处；理科区的西南村小吃街在学期中期开始营业，投入运营稍晚些，运营店铺基本均为八里台校区西南村的原菜品；留学生食堂在开学后已投入运营，其表现为对外营业模式，类似于八里台校区的国际部餐厅。私营店铺中，大部分店铺在开学初期已经装饰基本完成，但由于煤气输送问题一直未能正常开业。可以靠电力制作的咖啡厅和赛百味于开学初期投入营业。北区拉面和烧烤店于 2015 年秋季学期末投入运营，其余大部分餐厅于 2016 年春季学期投入运营。

- 现状

如今，小型食堂已经完全投入运营，主食堂仍有小部分计划内增设窗口还处于建设状态，每逢节日食堂还会有抽奖和节日食品赠送活动，食堂出口会设有餐

具回收处。私营店铺基本已经全部运营但是营业时间较短，仍在不断调试阶段。快餐店如咖啡厅，赛百味和 711 熟食区已经进入了成熟运营阶段。

三、 运营模式

南开大学津南新校区食堂为承包制。文科区和理科区的主食堂按楼层进行分别承包和管理。以理科区主食堂为例，理科区主食堂共有两层，一层有 12 个单点菜品窗口，4 个综合型窗口，1 个面包和 1 个水吧，四者均为统一人员管理，成本和收益综合计价。

私营店铺方面，赛百味，711，格朗和米线，北区拉面和咖啡厅为连锁店铺，管理和原料由总公司统一管理调配；其余私营店铺刚开始营业不超过 1 月，仍处于调试阶段，管理运营方式仍然在统计当中。

四、 目前存在的优势

在目前发展来看，津南新校区餐饮业的发展种类齐全，区位便捷，价格适中，质量安全。以文科区为例，食堂既有多种单点菜品也有地方特色如灌汤包等；中餐如米线麻辣烫，西餐有汉堡等，中西合璧。在私营店铺中，川菜店火锅店口味齐全，菜品丰富并且为同学聚会等提供了较好的场所选择。赛百味等便利店也给时间紧急的同学提供了更快捷的就餐选择方式。

五、 目前存在的劣势

劣势来看，食堂中有部分菜品种类重复，如文科食堂一楼二楼均有麻辣烫窗口；单点菜品种类相似但分设一层两边造成了一定程度的重复选择；早餐选择相对局限。西南村小吃街的卫生质量相对较低；购餐需要办理独立的消费卡造成了一定程度的不便。

第二节 项目实施计划

- 一、对于新校区校园内及周边商业街商家入驻的情况进行调查并收集数据。其中涉及到有关气象，环境，生态等方面的情况，由于津南校区所处地理位置较为特殊，需通过查阅文献，走访行政部门，采集有关数据。
- 二、实地考察津南校区的基础设施建设情况以及物价水平。经过实地调研以及走访，确定商家建店所需的预期固定成本，通过对物价的考察，以及对南开新校区行政部门的走访确定进行招标所需费用以及独立经营所需成本的基于多变量的函数。
- 三、调查八里台校区学生对于日常消费选择以及消费费用等问题，分别对而食堂以及西南村餐饮散户的运营情况进行初步了解。在以上数据统计完成之后进行汇总分析。
- 四、通过大量数据的交叉比对构建商家获取利润的预测函数，并通过第 3 步中获得的八里台校区数据对函数进行交叉验证。
- 五、结合已有的地理以及人文环境数据，对于商家获取利润的预测函数进行灵敏度分析及优化，最终确定合理可行的商家利润函数。

第三节 已完成任务

一、前期准备工作：

充分查阅相关文献，整理并汇总了已知的利润成本模型以及投资模型等。阅读了《数学模型》等相关建模参考文献，学习 Matlab, Mathematica 等数学软件，对于运用数学软件，数学建模的思想解决实际问题形成了一些想法和思路。学习了计量，数理统计，时间序列分析等专业知识。

二、南开大学两大主要校区商业街视频店铺调查统计：

● 津南校区商业街调查：

南开大学津南新校区商业街建立完工基本在 2015-2016 学年第一学期开学第一周，店铺入驻开张集中在之后的第二周。其中商业街分为文科区和理科区两个部分，两区商业街模式和招商店铺性质基本类似，即围绕学生日常生活需要展开，具体有蛋糕店，鲜花店，水果店，超市，眼镜店，化妆品店，文具店，打印店，洗衣店，服装店，咖啡厅，餐饮店和银行等。

● 津南校区食堂调查：

南开大学津南校区食堂建设分为理科食堂（又名第二食堂）和文科食堂（第一食堂）及文科区的小食堂。两食堂的食品销售模式与本部完全相同，均为刷卡消费。在食品销售上，津南校区文科第一食堂与八里台校区的第三，第二食堂基本相同，大量店铺如麻辣香锅，粗粮面等是由八里台校区已有店铺在津南校区开的分店。小食堂基本为新招商种类，加入了自助餐。理科区二楼与八里台校区二食二楼的情况类似，均为窗口销售。根据对于部分在理科食堂消费的同学的采访，同学们对于理科食堂饭菜的口味以及消费水平总体比较满意。

在调查中，我们与商家建立切实有效的调研关系，对于津南新校区已入驻的商家以及即将入驻的商家都进行了一定的了解。对于已入驻商家的成本，销售，利润等数据进行了采集以及汇总。在调研的过程中，我们决定对一些视频商家进行合作，在工程结束前对其进行长时间的跟踪调查，充分了解不同时间季节下的相关经营状况，为我们的建模、假设检验等相关后续工作提供更加充分的数据。

● 八里台校区餐饮状况统计：

八里台校区成立时间久，各店铺的地理位置、销售商品、食品价格等已经基本形成比较稳定的格局，利用对于该校区成立的店铺进行调查，可以了解到成熟的食品商业街上各项数据的实际情况，由于津南校区的商业街在未来必将发展成熟，已经存在的市场条件对目前在津南校区入驻的商家会起到指导作用。我们的调查内容包括：分别在本部第二学生食堂和西南村找若干饭店或餐馆，询问或观察统计以下数据：1. 人均消费，即平均每人每次在该店铺的消费数字 2. 店铺与第二主教学楼之间的距离（直线距离） 3. 卫生状况，并对其用 1-9 来打分，我们将中高档酒店的卫生环境定义为 4. 出售食品的种数 5. 平均每次就餐的等待时间 6. 餐馆平均每月的管理费用（包括摊位门脸租金、水电煤气的费用、雇佣工作人员的费用）

三、 模型建立与检验：

根据百项计划书，确定模型涉及的数理知识及模型设计思路，在这里我们使用的是层次分析法的决策方法

查找商业模式研究的论文

改变原假设，建立新假设

在成熟的模型研究上添加和修改新的变量

假设检验，修改

得出结论

第二章 数据处理以及建模

第一节 数据采集

1.2.1 餐厅数据的采集

为给出新校区新店铺入驻时选址的问题,我们以老校区已经入驻的店铺作为参考。我们分别对老校区第二学生食堂窗口,老校区西南村店铺进行走访,与工作人员交流并咨询后,对于各商家的基本情况进行了了解和统计。统计的数据是下面的几项:

- 1) 窗口或该店铺日人均消费
- 2) 窗口或店铺距离参照物的距离。其中本部的参照物为第二主教学楼
- 3) 窗口或店铺的卫生情况(该项采取主观评分的方式进行调查。其中打分区间为1-9分,打分依据该店铺的基本卫生状况,卫生安全意识,卫生投入等)
- 4) 窗口或店铺的菜品种类数量
- 5) 消费者在窗口或店铺单次消费的平均等待时间
- 6) 窗口或店铺的管理费用(该管理费用包括食材或原材料的成本,当月水电煤气费用,当月店铺雇佣人事费用,店铺租金等)

1.2.2 影响餐厅利润因素的分析

上面所列出的七项餐厅的基本情况对于餐厅的月利润能够产生直接影响,但是这几样基本情况并没有涵盖全部的影响餐厅营业利润的因素。在上述影响餐厅的营业额的因素中,日人均消费直接影响顾客在餐厅单笔消费后商家所获得的收益,与餐厅的利润呈正相关。窗口或店铺距离参照物的距离同样影响顾客们的选择,这里选取的参照物通常是该校区人群密度较大的地方。这里我们作出的假设是:当消费者们到达用餐时间时都会集中在该校区的参照物处做出对于希望就餐的店铺的选择。其中本部选择参照物为第二主教学楼,我们不难发现当人们在决定用餐地点时,通常店铺的距离越长,该店铺对于消费者的吸引力便越低。即店铺所获得的利润与店铺和参照物之间的距离呈负相关。

餐厅的卫生状况也同样是影响餐厅利润的一个重要因素。由于餐厅的卫生状况难以量化,且餐厅的卫生费用与餐厅的规模有关。我们便采取主观打分的方式对于餐厅的卫生情况进行考核。打分的区间是1分到9分。当餐厅的卫生情况较

好时，餐厅将会为顾客带来更加美好的消费体验，营业额便随之上涨。即店铺的营业额与店铺的卫生状况之间呈正相关。同时，顾客选择店铺的取决因素有很多种，餐厅的菜品种类便是其中之一。在大多数情况下，菜品种类越多能显示出该店铺营业能力，烹调能力的出众，就会令消费者们更加青睐。显而易见，餐厅的利润与菜品的种类正相关，菜品的种类越多，店铺便可能会取得更高的利润。另外，消费者在进店消费的时候格外排斥等待。等待时间便成为阻碍消费者消费的另一个关键因素，消费者更倾向于进入那些即刻可取或是等待时间较少的店铺进行消费，餐厅的利润便与等待时间负相关。

毫无疑问，餐厅在计算利润时需要充分考虑到成本，成本包括很多方面：所用食材的原材料费用，食材加工费用，卫生管理费用，人事费用，水电煤气以及租金等。成本涉及到餐厅运营的各个方面，在这里，我们调查时统一将上述费用归结到管理费用中。成本直接影响餐厅的利润，管理费用越高，餐厅所获得的利润便越低，餐厅利润与管理费用呈负相关。

第二节 模型的建立

本研究的目的是给出店铺入驻新校区是对于散店经营或是入驻餐厅的选择问题。当餐厅给出自己的上面七种因素的情况，模型呢能够自动判断该商家应采取散店经营的方式还是入驻食堂。经过上面的分析，我们不难看出除了卫生一项以外，其余项的结果均可以量化。另外我们采用了打分的方式来分别不同的餐厅，这使得这六种因素都得到了量化。在这里我们不妨令其中一个店铺为 x ，那么我们可以根据 x 得到一个向量 $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ 这个向量便对应着这个餐厅的基本情况。同时这个餐厅便在六维空间中对对应一个点。这里我们考虑使用 TOPSIS 法对于已经得到的结果进行评价。

TOPSIS 法是一种常见的评价体系，是一种常见的多目标决策分析法，它用于评价所测定目标与理想解之间的距离，并对所有评测的目标进行排序。TOPSIS 法中两个最为重要的概念便是最优解 z_+ 和最劣解 z_- 。最优解又称理想解，是我们所设想的最优对象，在本次的研究中每一个店铺便是我们所要研究的目标。根据 TOPSIS 法我们能够给出已经得到的几个研究对象中的最优解以及最劣解。另外一个过程便是要计算各评价对象与最优解与最劣解的距离。在之前的叙述中我们不难看出，对于两个餐厅在 n 维空间中所对应的点，我们可以定义他们的距离，这里的距离可以不是简单的欧式距离。

显而易见，最优解对应着该点对应的每个坐标都相对“出色”。这里即是该店铺的各个方面都令人满意。于是，与最优解距离更近的点与和最优解较远的点相比各个方面都更加出色，餐厅所获得的利润便会更高。反之，距离最优解距离相对较远的店铺则不受青睐。

1.3.1 TOPSIS 法中变量权重的确定

一、信息熵法确定各因素权重

TOPSIS 方法中两个重要的步骤分别是指标权重的确定以及和距离计算方法的确定。权重的确定在建立评价体系中极为关键。数据采集中数据类型极为复杂，对于其中的某一项数据来说，几个对象的该项数据的均值或大或小，方差或大或小。如果不对权重进行确定而令所有的权重都相同的话，所得到的评价体系的侧重点可能与实际偏差较大，这里我们用“熵”这一物理概念取代“方差”作为评

判数据混乱程度的标志。显然，若对于两组不同的数据，显然数据更加混乱，即熵较大的一组数据所对应的权重应当比另一组熵很小的数据所对应的权重更大。在确定权重的时候，我们先后采用熵权法和层次分析法。

信息熵的概念最初由香农提出。美国信息论创始人香农发现任何信息都存在冗余，冗余的大小与信息的每一个符号出现的概率和理想的形态有关，多数粒子组合之后，在它似像非像的形态上押上有价值的数码，那一定是给一个博弈研究者长期迷惑的问题提供了一个负熵论据，这种单相思占优的形态以及信息熵的理解，在变换策略之后并能应用在博弈中。²信息熵可以被理解成特定信息出现的频率。信息的销毁可以认为是一个不可逆的过程，其与热力学中的热熵相似，同样满足热力学第二定律。而信息的产生与发布可以看作是一个负熵的过程。在本次研究中，店铺卫生、消费平均等待时间、菜品种类、距离、管理费用，人均消费等近可以代表信息源。

首先我们先假设第 i 个研究对象的第 j 项数值所构成的矩阵为 $(x_{ij})_{m \times n}$ ，对于矩阵中的每一列运用下面的公式进行归一化获得新的矩阵 $(y_{ij})_{m \times n}$ 。

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

下面我们采用熵权法确定研究中每一个变量的权重。根据信息熵的定义，一组数据的信息熵由下面的式子得出：

$$H_i = -\frac{1}{\ln m} \left(\sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \right)$$

其中 f_{ij} 的定义由下式给出：

$$f_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}$$

如果 $f_{ij}=0$ ，则定义 $\lim_{f_{ij} \rightarrow 0} f_{ij} \ln f_{ij} = 0$ 。根据信息熵的计算公式，计算出各个指标的信息熵为 H_1, H_2, \dots, H_n 。通过信息熵计算各指标的权重

² 360 百科—“信息熵”

$$w_i = \frac{1 - H_i}{n - \sum_{i=1}^n H_i}$$

1.3.2 层次分析法修改权重：

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。

3

层次分析法主要思路：通常将问题分为多个层次，最上层为目标层，通过各个指标间互相比较(基于一定的比较准则)，从而确定下层指标对上层目标的权重，这些权重在人的思维过程中通常是定性的，而在层次分析法中则要给出得到权重的定量方法。最后将多层权重综合得出最终权重，最终通过综合权重的大小做决策。

层次分析法具体步骤：

- 一、 列出层次图，通常将问题分为多个层次，由下而上分析。
- 二、 确定每一个层次的比较矩阵

比较矩阵：若有 n 个指标，则建立一个 n 阶方阵 $(a_{ij})_{n \times n}$ ，此方阵对角线元素为 1， a_{ij} 为第 i 个指标对比第 j 个指标的得分，显然，应有 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ，该得分用如下的评分标准

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

³ 百度百科：AHP

三、 进行一致性检验。在两两比较各个指标并打分时，可能会出现 A 比 B 重要，B 比 C 重要，C 比 A 重要的情况。为此，必须对判断矩阵是否可接受进行鉴别。

一致性指标 $CI = (\lambda - n) / (n - 1)$ ， λ 为最大特征值，当 λ 为 n 时，成为一致阵。

随机一致性指标 RI

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

当 $CI/RI < 0.1$ 时认为矩阵的不一致性在容许范围之内，可用其归一化特征向量作为权向量，否则要重新构造比较矩阵。当算出每一个单层排序中的一致性指标，再进行总排序的一致性检验，但由于在本次研究中，只用了一层结构，所以总排序的一致性检验不再赘述。

四、 4、若检验通过，最大特征值对应的特征向量(归一化后)即为权向量。

与很多方法相同，层次分析法也有很多优点以及缺点。层次分析法的优点是能够将一个复杂的主观决策量化，用两两比较的方法最终确定选择目标，但是层次分析法的缺点也非常突出，层次分析法极为主观，这与研究的整体过程相悖，分析中的所有数值都来自主观判断，最终得出的结果可能缺少足够的科学性和可行性。

为了更好地分析问题，在通过熵权法获得各部分因素的权重 $\omega_i^{(1)}$ 后，将其写成一个熵权法的权矩阵 $\omega^{(1)} = (\omega_i^{(1)})_{n \times 1}$ ，为了排除由于样本量较少所引起的权重分配不合理，我们再主观的给餐厅利润分析中的几个因素运用层次分析法确定一个新的权重 $\omega_i^{(2)}$ ，将其写成一个层次分析法的权矩阵 $\omega^{(2)} = (\omega_i^{(2)})_{n \times 1}$ 。最终的综合权重 ω_i 应为两个权矩阵对应元素成绩所构成的矩阵 ω 。

最后，为了保证各个权重的和为 1，即保证下面的式子成立：

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

我们需要对 ω_i 进行归一化，获得每一个因素的最终权重，将每个最终权重 ω_i

写成一个最终权矩阵 ω' ，我们便完成了定权工作。

$$\omega'_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i}$$

1.3.3 TOPSIS 法中最优解最劣解的确定：

所有影响结果的因素共分为两类，其中当 i 因素数值越大，结果越好时，我们称该因素为“望大指标”，反之我们称其为“望小指标”。对于给定的描述 n 个研究对象的基于 m 个因素的基本数据矩阵 $(r_{ij})_{m \times n}$ 。我们取每个对象的望大指标中的最大值作为最优解的望大指标，对于每个对象的望小指标中的最小值作为最优解的望小指标。反之，取每个对象的望大指标中的最小值作为最劣解的望大指标，取每个对象的望小指标的最大值作为最劣解的望小指标。

如果用 z_+ 和 z_- 分别表示最优解和最劣解，用 z_{+i} 和 z_{-j} 分别表示最优解的第 i 个因素的数值和最劣解的第 j 个因素的数值，并令 $\{i_1, i_2, i_3, \dots, i_s\}$ 表示望大指标的集合，令 $\{j_1, j_2, j_3, \dots, j_t\}$ 表示望小指标的集合，那么最优解和最劣解的生成方式可以用下面的式子给出：

$z_{-i_k} = \min_{1 \leq s \leq n} \{r_{i_k s}\}$	$z_{-j_k} = \max_{1 \leq s \leq n} \{r_{j_k s}\}$
$z_{+j_k} = \min_{1 \leq s \leq n} \{r_{j_k s}\}$	$z_{+i_k} = \max_{1 \leq s \leq n} \{r_{i_k s}\}$

1.3.4 TOPSIS 法中计算距离的确定：

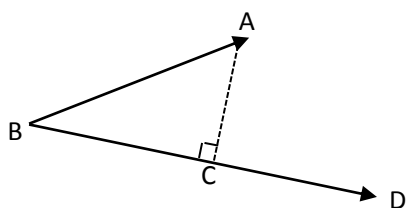
TOPSIS 方法中另一个关键的步骤是距离计算方法的确定。在我们已经在 n 维空间中使用不同的点对于研究对象进行刻画了之后，我们所需要确定一种合适的距离。显然一种常见的距离是欧式距离。但是欧式距离过于普通导致我们很难根据对象距离最优解和最劣解的欧式距离来建立一个其与分数之间的对应，这个分数便是我们评价一个店铺是否受欢迎，或是这个店铺的利润是否客观的依据。这里我们采取垂直距离来取代欧式距离。

在这里我们仅以二维空间的点来进行举例。如图所示，A 点对应我们所要研

究的对象，而 B 点和 C 点分别是本次研究的最优解和最劣解，分别对应着利润最高和利润最低。作 A 点至 BC 连线的垂线与 BC 交于 D。事实上 BD 的长度便是我们所定义的对象至最优解的垂直距离，同样地，CD 的长度便是对象与最劣解之间的距离。根据我们求解的思路，不难发现我们所研究的所有对象在 n 维空间所对应的点列被分别过最优解和最劣解与他们的连线所垂直的两个平面所围住。这意味着我们研究的每个对象到 BC 连线的垂足均在 BC 线段上，而不是他们连线的延长线或是反延长线上。我们取

$$\alpha = \frac{CD}{BC}$$

由于垂足必然落在 BC 线段上，故 $\alpha \leq 1$ ， α 可以取 0 至 1 的任意数，它的高低刻画了研究对象与最优解与最劣解之间的数量关系， α 越大代表餐厅的利润越高。这便给出了一个合理的评价体系。



第三节 餐饮业商家利润评估

1.4.1 评价体系影响因素权重的确定:

根据前面所述的基本原理与所得到的基本数据,我们初步选定了餐饮业的商家以及所需要研究的影响店铺利润的几项因素。为了区别散点和入驻食堂的店铺,我们共收集了 10 家店铺的数据。它们分别是来自本部西南村的西安凉皮,武汉热干面,凡仔汉堡,大馅饺子,以及来自于二食的一楼 10 号窗口,八道江山,二楼李记烤肉饭,二楼麦多馅饼,二楼无名缘米线以及金鹏菜馆。

如前所述,我们选定的六项影响餐饮店铺利润的因素分别是卫生条件,菜种数,人均消费,等待时间,费用占比,以及距离参照物的距离。在进行研究时,为了排除规模对于一家店铺的利润的影响,我们使用“管理费用占销售额的比重”来取代“管理费用”一项。

经过数据采集后,我们得到如下的基本数据表

店铺名称	卫生条件	菜 种 数 /种	人均消费 /元	等待时间	费用占比	距离 /分 钟
西安凉皮	3	21	10	5	0.167	15
武汉热干面	5	5	8	3	0.250	15
凡仔汉堡	6	25	20	8	0.286	15
大馅饺子	3	9	10	15	0.242	15
10 号窗口	6	16	8	0.5	0.625	8
八道江山	7	140	28	20	0.794	8
李记烤肉饭	6	13	13	4	0.348	8
麦多馅饼	7	10	11	2	0.311	8
无名缘米线	7	12	12	15	0.568	8
金鹏菜馆	7	56	25	20	0.496	8

在这里，我们等待时间的计算单位是分钟，我们假定消费者速度相同时，用时间来表现店铺距离二主楼的距离。在这六种因素中，前两种因素指标越高，顾客对于商家的青睐度便越高，后四种指标越小，顾客对于商家的青睐度便越小。我们将上面的表格写成下面的原始数据矩阵 A.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 21 & 10 & 5 & 0.166667 & 15 \\ 5 & 5 & 8 & 3 & 0.250000 & 15 \\ 6 & 25 & 20 & 8 & 0.285714 & 15 \\ 3 & 9 & 10 & 15 & 0.242424 & 15 \\ 6 & 16 & 8 & 0.5 & 0.625000 & 8 \\ 7 & 14 & 28 & 20 & 0.793651 & 8 \\ 6 & 13 & 13 & 4 & 0.348205 & 8 \\ 7 & 10 & 11 & 2 & 0.311111 & 8 \\ 7 & 12 & 12 & 15 & 0.567521 & 8 \\ 7 & 56 & 25 & 20 & 0.495641 & 8 \end{pmatrix}$$

我们将矩阵 A 标准化后得到下面的 B 矩阵。

$$B = \begin{pmatrix} 0.161048 & 0.268414 & 0.322097 & 0.161048 & 0.322097 & 0.375780 & 0.322097 & 0.375780 & 0.375780 & 0.375780 \\ 0.291977 & 0.0695182 & 0.347591 & 0.125133 & 0.222458 & 0.194651 & 0.180747 & 0.139036 & 0.166844 & 0.778604 \\ 0.197219 & 0.157775 & 0.394438 & 0.197219 & 0.157775 & 0.552213 & 0.256385 & 0.216941 & 0.236663 & 0.493048 \\ 0.135172 & 0.0811033 & 0.216275 & 0.405517 & 0.0135172 & 0.540689 & 0.108138 & 0.0540689 & 0.405517 & 0.540689 \\ 0.116777 & 0.175165 & 0.200189 & 0.169857 & 0.437914 & 0.550681 & 0.243974 & 0.217984 & 0.397640 & 0.347277 \\ 0.418609 & 0.418609 & 0.418609 & 0.418609 & 0.223258 & 0.223258 & 0.223258 & 0.223258 & 0.223258 & 0.223258 \end{pmatrix}$$

根据前面提到的熵方法，我们能够从上面的 B 矩阵中得到六种因素的熵权矩阵 $\omega^{(1)}$ ，如图所示，这便是此六种因素的第一种权，我们将其与实际情况相对比。由于在调查中所使用的数据较少，得到的结果中有些因素的权重很大，但是在实际生活中，根据我们的生活经验，这些因素对于学生选择哪个店铺的影响并不是很大。此时我们便需要定权的第二种途径：层次分析法。

$$\omega^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.0503188 \\ 0.2840650 \\ 0.1412930 \\ 0.3123640 \\ 0.1412070 \\ 0.0707529 \end{pmatrix}$$

层次分析法的基本原理已在前文中叙述，这里不再赘述。我们通过实际经验给出比较矩阵 $(a_{ij})_{6 \times 6}$ 。此比较矩阵的对角线元素 $a_{ii} = 1, i=1, \dots, 6$ ，且 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 。矩阵中的元素 a_{ij} 代表第 i 个因素与第 j 个因素对于餐厅受欢迎程度影响之比。在这里我们并不假定这种影响数值的传递性成立，即不保证有下面的式子成立

$$a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$$

我们便能得到下面的比较矩阵 M_{AHP} ：

$$M_{AHP} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{2} & \frac{3}{2} & 3 & \frac{2}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & \frac{1}{4} \\ 2 & 5 & 1 & 3 & 4 & \frac{3}{2} \\ \frac{2}{3} & 3 & \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{3}{2} & \frac{1}{4} & 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{3}{2} & 4 & \frac{2}{3} & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

前文所述这个比较矩阵需通过一致性检验，经过检验，这个矩阵满足比较矩阵的条件。我们求出 M_{AHP} 矩阵最大特征值所对应的特征向量并进行归一化 $\omega^{(2)}$ 即为层次分析法最终求得的权重，所求得的 $\omega^{(2)}$ 权矩阵结果如下：

$$\omega^{(2)} = \begin{pmatrix} 0.1797630 \\ 0.0550304 \\ 0.3295970 \\ 0.1173790 \\ 0.0829500 \\ 0.2352620 \end{pmatrix}$$

我们再将所得到的两个矩阵对应元素相乘并归一化后，得到此六种因素的最终权重矩阵 ω' ，其结果如下所示

$$\omega' = \begin{pmatrix} 0.0663760 \\ 0.1147090 \\ 0.3417300 \\ 0.2690890 \\ 0.0859511 \\ 0.1221450 \end{pmatrix}$$

我们再将每个因素的权代入回原始数据矩阵，得到各个店铺的基本信息加权之后的加权矩阵 R 。至此，餐饮业店铺评价体系的第一部分-----“定权”已经完成。

$$R = \begin{pmatrix} 0.0106897 & 0.0178162 & 0.0213795 & 0.0106897 & 0.0213795 & 0.0249427 & 0.0213795 & 0.0249427 & 0.0249427 & 0.0249427 \\ 0.0334924 & 0.0079744 & 0.0398720 & 0.0143539 & 0.0255181 & 0.0223283 & 0.0207334 & 0.0159488 & 0.0191385 & 0.0893132 \\ 0.0673956 & 0.0539165 & 0.1347910 & 0.0673956 & 0.0539165 & 0.1887080 & 0.0876143 & 0.0741352 & 0.0808748 & 0.1684890 \\ 0.0363733 & 0.0218240 & 0.0581973 & 0.1091200 & 0.0036373 & 0.1454930 & 0.0290987 & 0.0145493 & 0.1091200 & 0.1454930 \\ 0.0100371 & 0.0150557 & 0.0172065 & 0.0145994 & 0.0376391 & 0.0477957 & 0.0209698 & 0.0187359 & 0.0341776 & 0.0298488 \\ 0.0511310 & 0.0511310 & 0.0511310 & 0.0511310 & 0.0272699 & 0.0272699 & 0.0272699 & 0.0272699 & 0.0272699 & 0.0272699 \end{pmatrix}$$

1.4.2 商家店铺的评价

根据前述原理中的方法以及之前处理所得的 R 矩阵，我们不难得出模型的最优解和最劣解，若用 z_+ 和 z_- 分别表示最优解和最劣解，最终结果如下所示：

$$z_+ = (0.0249427 \quad 0.0893132 \quad 0.0539165 \quad 0.0036373 \quad 0.0100371 \quad 0.0272699)$$

$$z_- = (0.0106897 \quad 0.0079744 \quad 0.1887080 \quad 0.1454930 \quad 0.0477957 \quad 0.0511310)$$

最后我们通过计算每个对象在 6 维空间的对应的点 r_i 与最优解的距离和最优解与最劣解之间的距离比 α_i' 即为该店铺的评分，为将分数合理化我们将其扩大 100 倍得到最终评分 α_i 。不难看出最终评分数值介于 0 与 100 之间，下面的公式表达了最终评分的获得过程，其中这里的 d 采用的是前面所述的 n 维空间中的垂直距离。

$$\alpha_i' = \frac{d(r_i, z_+)}{d(z_+, z_-)} \quad \alpha_i = \alpha_i' * 100$$

根据上面的评价体系，我们给出研究过程中的各店铺的最终评分表格

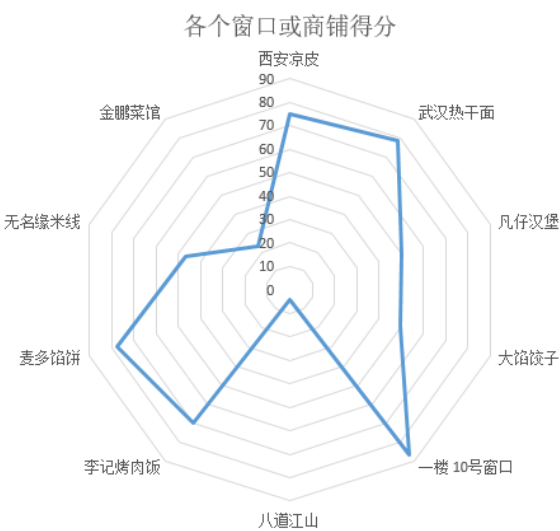
第四节 结果分析

1.5.1 研究表格及图表

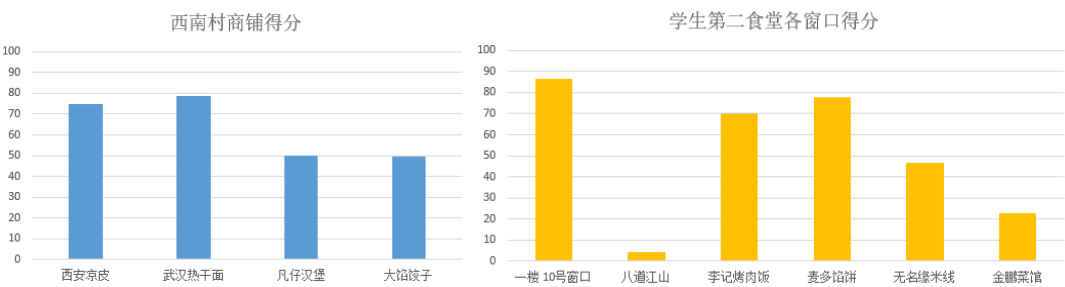
根据研究结果我们在下面分别给出西南村和学生第二食堂共十个窗口的基于此评价体系的最终评分表，各个窗口或商铺的分数雷达图、直方图，各因素权重表，以及各指标权重分布直方图。

	窗口或商铺	最终评分（保留至小数点后两位）
西南村	西安凉皮	75.01
	武汉热干面	78.65
	凡仔汉堡	50.00
	大馅饺子	49.43
学生第二食堂	一楼 10 号窗口	86.66
	八道江山	4.12
	李记烤肉饭	69.86
	麦多馅饼	77.56
	无名缘米线	46.47
	金鹏菜馆	22.91

图表 1-1 最终各个窗口或商铺的分数(分布区间为 0~100)

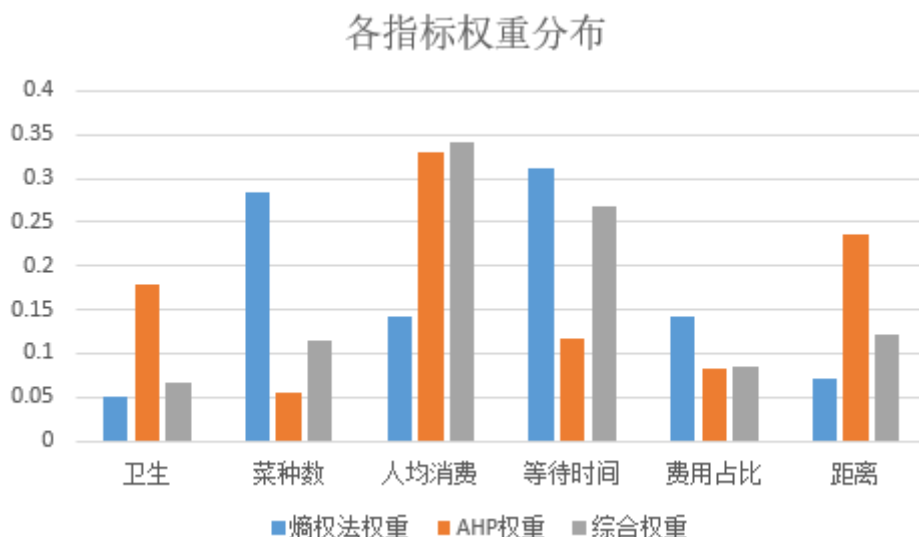


图表 1-2 各个窗口或商铺的分数雷达图



图表 1-3 西南村商铺及学生第二食堂窗口得分

指标	卫生	菜种数	人均消费	等待时间	费用占比	距离
熵权法权重	0.050319	0.284065	0.141293	0.312364	0.141207	0.070753
AHP 权重	0.179763	0.055030	0.329597	0.117397	0.082950	0.235262
综合权重	0.066376	0.114709	0.341730	0.269089	0.085951	0.122145



1.5.2 结果分析

- 一、得分衡量了一个店铺在现在店铺所在位置和条件（包括房租，水电，规模等）在这个比较体系中的得分，当分数越高说明该店铺越受同学们喜爱，从商家的角度来说，该得分也能说明该店铺的效益较高。
- 二、不难看出，西南村商铺的得分较为平均，而学生第二食堂的各窗口的差异较大。事实上，前者的方差为 247.37 而后者的方差达到了 1093.74。注意到，学生第二食堂的“八道江山”和“金鹏菜馆”的得分远低于平均水平。经分析，这两个商铺的人均消费比较高，对于一个在工作日的学生来说，通常不会去选择这两个店，而更倾向于去选择快餐类的，一人一餐的窗口，我们挑选的样本中只有这两个店铺是非快餐类的。而数据也印证了我们的分析，这两家店的日就餐人数为 60 和 104，远低于其他窗口平均 184 的人数。由于在指标选取之初并没有太多考虑快餐与非快餐店铺的区别，在这里将两种店铺放在一起比较可能有一些与实际不相符。另一方面，“八道江山”和“金鹏菜馆”同是非快餐类店铺，但前者得分较低，这点说明与“金鹏菜馆”比较，“八道江山”受喜爱程度较低。这也和事实比较相符，作为消费者明显能感受到“八道江山”的火爆程度不如“金鹏菜馆”。
- 三、熵权法是一种完全基于数据的定权方法，其思想核心是给混乱度越高的数据赋以更高的权。这样缺乏主观性，所以用 AHP 权修正后得到的权重比较合理，其中人均消费和等待时间是同学们最重视的指标，而因为参与比较的

店铺的卫生情况差距不大，所以在面对这些店铺的时候，卫生并不是一个主要的决策指标，成为了权重最低的指标。

四、 在西南村即校周围商圈(下称校外)开设店铺和参与学校食堂招标，在食堂开设店铺（下称校外），这两种方法最后的得分和预期的一样，并没有出现“一边倒”的情况，这也是符合预测的，所以商家在衡量是应该选择在校内还是在校外开店时应根据自身店铺的特色，如口味、食品类别、人均消费等，来决定是应该在校内开店还是应该在校外开店。