

基于中心地理论的快递网点布局问题

小组成员分工：

目录

1 研究背景	3
2.理论基础——快递网络与中心地理论.....	3
3.城市快递服务网点选址	4
3.1 快递服务网点选址影响因素	4
3.2 城市物流中转站选址模型	6
3.2.1 备选点的初步确定	6
3.2.2 基于中心地理论的备选点筛选	7
3.3 模型假设	9
3.4 变量说明	9
3.5 模型构建	10
3.6 模型求解	12
3.6.1 数据收集和计算	12
3.6.2 目标函数统一化	12
3.6.3 确定多目标函数的权重	13
3.6.4 模型求解	14
4 实例分析：以杭州的西湖区的圆通快递中转站为例.....	14
4.1.1 中心性指数计算	15
4.1.2 数据集合	16
4.2 求解结果	20
4.2.1 Lingo 的运行结果	20
4.2.3 配送方案	21
4.2.3 求解中转站分布与实际结果比较	22
4.3 模型缺陷分析：	23

1 研究背景

随着我国经济发展步伐的不断加快，物流业已成为一个市场发展前景广阔、极具竞争力的新兴服务产业，快递作为物流产业的一部分，逐渐渗透到社会经济发展的各个方面，成为物流产业发展过程中道靓丽的风景线。

为此，关于物流中转站的设置问题将极具研究意义。因为物流中转站作为最后到达用户手中前的分配站，其分配是否合理将直接影响到物流企业的盈利是否能达到最大化。同时，物流中转站的建立也将占用土地资源，土地资源是否合理利用以达到社会利益最大化也将是一个问题。

因此，我们小组将建立一个模型，以期判断一个趋于内的物流中转站的建设是否合理。

2.理论基础——快递网络与中心地理论

所谓快递网络，即一个城市中存在一级分拨中心，其相当于最大的中转站，其服务范围很广，一次运送的货物量也将很大，其将快递运送到二级中转场，即我们需要选址的物流中转站。接着物流中转站将快递送到用户手中。即存在一级分拨中心——二级中转站——三级用户这个用送关系。

那么我们研究选址问题时，就需要考虑物流中转站到用户这个问题。用户是在地图上的一个连续函数，如果我们只考虑一对一运送的话，那么需求量等等变量将会是在地图上关于其坐标的连续函数。显然这对数据的获取与最总结果的求解都带来不便。

因此，我们引入中心地理论以将该问题离散化。

中心地理论源于德国克里斯塔勒的著作《德国南部中心地原理》，是研究村庄聚落结构的重要理论，也是现代城市演化的基础理论。

中心地是指具有向周围地域居民（尤指农村地域）提供商品和服务能力的地方。克里斯塔勒将市场区域构造成六边形的空间结构，中心地就位于六边形的核心。结合快递网络理论，得到的中心地理论示意图如图 2.1 所示：

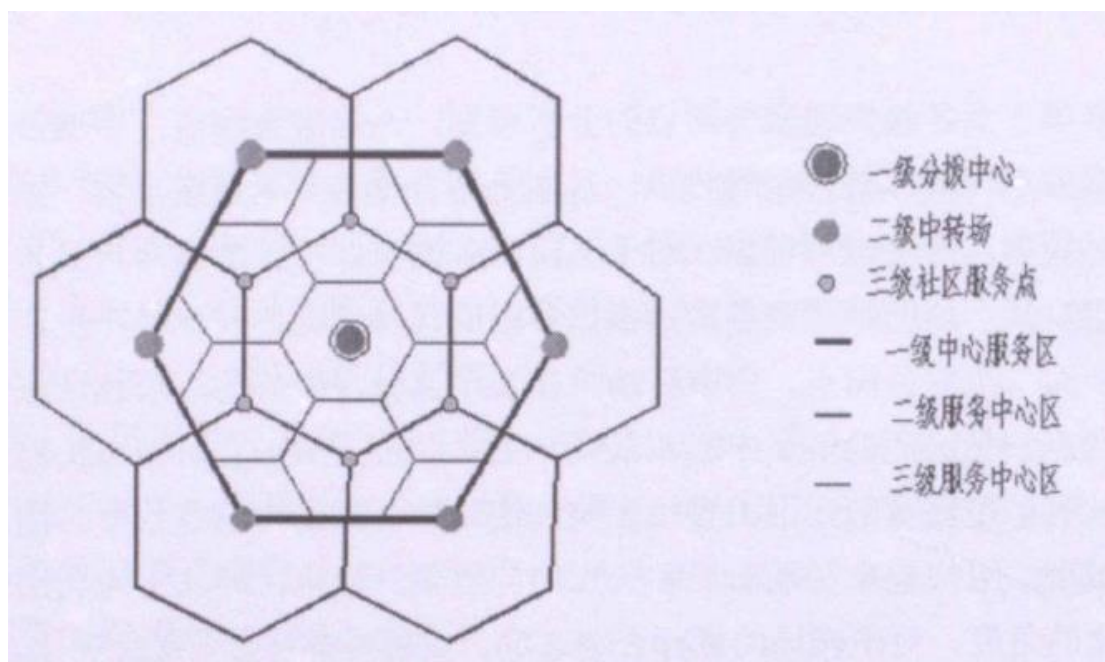


图 2.1 中心地理论示意图

即一级分拨中心将货物分拨到二级中转站，二级中转站再将货物分拨到三级社区服务点（用户的区域集合）。可见一级中转站的服务范围最大，二级次之，三级最小。

关于中心地理论为何是正六边形的解释如图 2.2 所示：

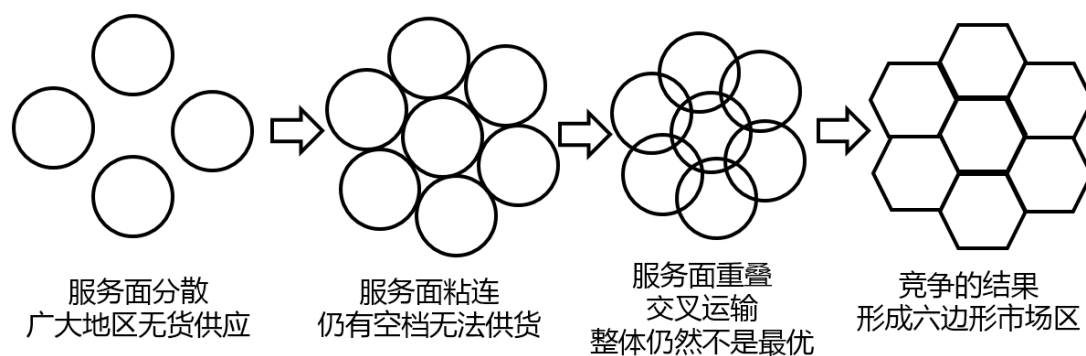


图 2.2 中心地理论中服务范围为正六边形的解释

3.城市快递服务网点选址

3.1 快递服务网点选址影响因素

快递服务网络是由人口分布、区域经济、土地资源、城市道路交通等其他相关因素共同组建起来的，众多影响因素对快递服务网点的分布具有举足轻重的作

用。结合中心地理论，本文主要从人口分布、区域经济、土地资源、城市道路交通等方面对城市快递网点布局的影响进行分析。

(1) 人口因素

中心地理论认为，一定规模和密度的人口是城市快递网点布局的必要条件，而已形成的快递服务网点又会对周围的人口具有一定的吸引力，人口分布与快递网点布局存在明显的相互吸引关系。人口密度大的区域快递需求旺盛，是快递企业的目标市场，在此区域内人口分布较为集中，便于快递的取件和配送，同时高业务量可以保障快递企业门槛业务量，保证盈利水平。

一般来说，人口数量和密度随着距离中心区的距离由近及远逐渐减少，因此城市快递网点布局的密度和业务量也随着人口数量和密度的大小而逐渐降低。

(2) 区域经济

一般说来，城市经济发展较快、水平较高的地区具有较大的快递市场潜力。随着城市经济的发展，人们对快递的需求越来越高。快递行业中转场的布局建设要综合考虑域经济的发展水平。

商业经济因素包含许多方面，这里主要考察社会消费品零售总额，它是一定时期内人民物质文化生活水平提升的反映。它是指经济类型的产业和其他行业提供给城乡居民和和其他社会团体的商品零售总额。社会消费品零售额与快递业务量具有明显的相关性。

(3) 交通影响因素

交通运输是快递行业发展的命脉，无论是快递产品之间的中转配送还是末端网点之间的取件配送，都离不交通网络的支撑。中心地理论认为，人们的日常活动遵循“最短距离原则”，因此便利的交通条件成为城市快递网点布局的另一个重要因素。

交通状况好坏主要指快递配送效率，快递网点布局应充分利用城市主要交通干线，从而保证快递的高效便捷。

这里的交通可达性是指在区域交通网络中快递车辆到达需求点的难易程度。交通可达性是快递网点布局需要考虑的另一个因素，可达性高的交通网络可以提高快递行业的运行效率，同时可以发挥一定的交通效益，促进网点与交通的互动发展，提高社会资源利用效率。因此，中转场所处的街道需要足够大，保证自身

车辆的进出周转，同时中转场所处位置应尽量避免商业中心等繁华地段和交通管制区域，防止因为人口密集和交通堵塞而导致的配送时间加长等问题。

快递行业的主要特点是快速便捷，因此作为快递企业有力支撑的中转场，其布局位置肯定需要选择在一个城市道路等综合交通系统发达、交通设施完备的区域。

3.2 城市物流中转站选址模型

3.2.1 备选点的初步确定

三级服务网点实际上是一个区域内用户的集合。在确定该区域半径后，即可在地图中标注出一片服务网点。该服务网点以中心点代替整个区域中的情况，其各种数据如需求量，人口量等等均为区域内的平均值或总值。该中心点不一定为一个实际的地点，可能为一个意义较小的点。因此可以通过缩小区域半径从而得到更精确的数据。但是同时，趋于半径的缩小使得所需要的数据量也大大增加。在综合考虑后，我们选择半径为 2 公里的正六边形进行划分三级服务点。以后文中将讨论的西湖区为例，设置的三级服务点如图 3.2.1 所示：



图 3.2.1 杭州市西湖区三级服务点的设立

当不考虑各种实际因素，仅从理论上分析时，二级服务点的服务范围应囊括七个（或更多，取决于其服务半径）正六边形。那么二级服务点的设立就可以仅仅从几何上确定。但是当考虑了人口、交通等因素后，应做出相应的变化，即人口密集、交通拥挤处，其服务半径小。人口稀疏、交通广阔处，其服务半径大。结合该考虑，大致选择初次得到的物流中转站备选点如下所示：

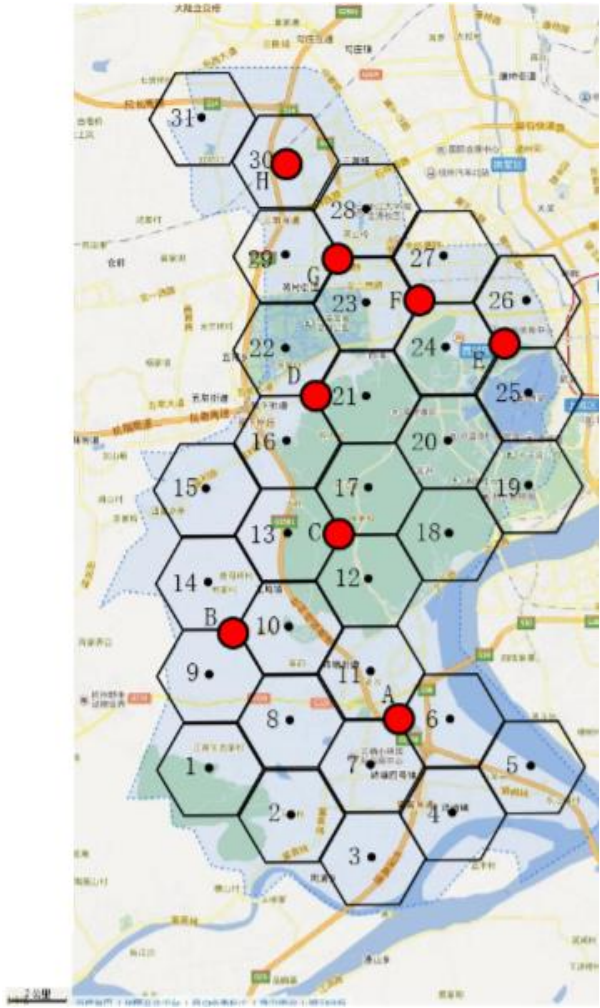


图 3.2.2 杭州市西湖区二级物流中转站的设立

3.2.2 基于中心地理论的备选点筛选

我们采用信息熵对中心性指数进行计算，对确定的备选点进行进一步的筛选。假设有个评价方案， n 个评价指标，形成初始矩阵。对于指标若指标值越大，则其在综合评价中起的作用越大，信息熵越少，权重越大，反之亦然，具体步骤如下：

- 1) 首先将各指标归一化。由于指标体系存在正向指标和负向指标，我们采用不同的方

法进行处理。

对于正向指标:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - x_{ij,\min}}{x_{ij,\max} - x_{ij,\min}}$$

对于负向指标:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij,\max} - x_{ij}}{x_{ij,\max} - x_{ij,\min}}$$

2) 计算第 j 项指标下第 i 个方案的权重。

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

3) 计算第 j 项指标的熵值 e_j 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln p_{ij}$$

其中, $k = \ln m, e_j \geq 0$ 。

计算第 i 项指标的差异性系数 g_j 。

$$g_j = 1 - e_j$$

计算权重 a_j

$$a_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}$$

中转场中心指标 v_i

$$v_i = \sum_{j=1}^m a_j P_{ij}$$

备选点的选取只是理论性的,事实上仅依靠中心性大小来决定中转场的位置可能出现多个中转场集中布点,而其他地区出现空缺的现象,为了避免这种现象,通过定量化模型从这些备选点中进行优化选取一定数量的点,使得快递中转场建设更加科学合理。

3.3 模型假设

为了便于模型的建立，我们主要做出一下假设，假设模型满足一下几个条件：

- 中转场的建设能够满足其覆盖范围内需求点的需求，且一个需求点最多只能出一个中转场提供服务；
- 各需求点的需求量与需求点人口数量存在一定的关系，遵循公式 $W = 3? r$ ；
- 单位运输费用为常数；
- 单位运输量时间成本相等且为常数。

3.4 变量说明

n ：备选中转场点 i 的数量 ($i = 1, 2, 3 \dots n$)；

m ：需求点 j 的数量 ($j = 1, 2, 3 \dots m$)；

c_{ij} ：从备选中转点 i 到需求点 j 的单位运输率；

d_{ij} ：从备选中转点 i 到需求点 j 的距离；

w_{ij} ：从备选中转点 i 到需求点 j 的运输量；

l_i ：备选中转点 i 是否被选中的 0-1 变量；

u_{ij} ：快递从备选中转场到需求点超过覆盖半径时的惩罚系数，单位产品惩罚成本与距离成正比；

n_{ij} ：表示需求点 j 是否被备选中转场点 i 覆盖的 0-1 变量；

G_j ：需求点 j 的总需求量；

j_{ij} 表示需求点的快件是否是由备选中转场 i 配送；

D_i ：备选中转场 i 的理想覆盖半径；

t_{ij} ：从备选中转场 i 到需求点 j 的运输时间；

q ：时间成本转化调节系数，取价格和时间的关系系数 0.044；

P_{ij} : 单位距离油耗成本;

gc_i : 备选点 i 的固有成本;

3.5 模型构建

城市快递中转场成本需求主要包括运输成本 C_0 、机会成本 C_1 、时间成本 C_2 、及惩罚成本 C_3 。

1) 运输成本

我们重点考虑需求点对中转场的需求, 因此运输成本的计算中忽略分拨中心到中转场的运输成本, 仅考虑快递从备选中转场 i 到需求点 j 的总运输成本, 主要分为两部分, 一部分为单位能耗成本, 另一部分为行驶成本。因此车辆运输成本计算公式:

$$C_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} P_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} w_{ij} d_{ij}$$

2) 机会成本

指建立快递网点需要承担的固定费用, 具体如下:

$$C_1 = \sum_{i=1}^n l_i gc_i$$

3) 时间成本

快递是一个追求高效的行业, 时效性是其最基本的要求, 因此中转场的建设也要考虑快递行业在配送过程中所产生的时间成本。我们主要以快递从备选中转场点 i 到需求点 j 所花费的虚拟时间成本来计算, 具体如下。

$$C_2 = q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} w_{ij}$$

4) 惩罚成本

由中心地理论可知, 快递中转场具有自身的服务半径, 当备选中转场点 i 向需求点 j 提

供配送时，如果二者之间的距离超过最佳半径，那么要赋予一定的惩罚成本，具体如下。

$$C_3 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \max \{d_{ij} - D_i, 0\} u_{ij} w_{ij}$$

由此可得到政府追求社会福利最大化的双目标优化模型为：

$$\begin{aligned} \min Z_1 &= C_0 + C_1 + C_2 + C_3 \\ &= a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} P_{ij} d_{ij} + a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} w_{ij} d_{ij} + \sum_{i=1}^n g c_i + q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} w_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \max \{d_{ij} - D_i, 0\} u_{ij} w_{ij} \end{aligned}$$

表示物流系统运作总成本最低，组成部分有运输成本、机会成本、变动成本、时间成本及惩罚成本；

$$\max Z_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} v_{ji}$$

专场服务水平最高即所有中转场在最佳服务半径内配送量的覆盖最大化。根据约束条件中的约束，当中转场点 i 到需求点 j 之间距离 d_{ij} 超过最佳服务半径，那么这个需求点 j 就不被转场点 i 覆盖。在对快递网络节点布局时在最佳服务半径以内覆盖量越大越好；

约束条件：

$$\sum_{i=1}^n l_i \leq n$$

上式表示中转场最终数量不能超出备选点数量；

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} = 1$$

上式表示每个需求点只能出一个中转场服务；

$$l_i = 0 \Rightarrow \sum_{j=1}^m w_{ij} = 0$$

上式表示若中转场未选定，则运输量为 0；

$$\sum_{i=1}^n w_{ij} \geq G_{ij}$$

上式表示备选点向需求点配送的快递量满足需求点的需求；

$$v_{ij} = \begin{cases} 1, & d_{ij} \leq 10, \text{需求点} j \text{被备选中转场} i \text{覆盖?} \\ 0, & d_{ij} > 10, \text{需求点} j \text{未被备选中转场} i \text{覆盖} \end{cases}$$

上式表示服务半径超过 10 公里，则需求点不受中转场服务；

$$l_i = \begin{cases} 1, & \text{中转场} i \text{被选中} \\ 0, & \text{中转场} i \text{未被选中} \end{cases}$$

上式表示 (0-1) 变量，中转场被选中 1，否则为 0；

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} w_{ij} \leq E_i$$

上式表示中转场向需求点配送的快件量不大于中转场服务能力；

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$w_{ij} \geq 0$$

上式均为变量的取值约束。

3.6 模型求解

我们构建的是一个双目标决策模型，求解时，采用第二章介绍的线性加权求解算法，将目标函数转化为单目标进行求解计算。模型中输入的参数为 $\{d_{ij}, c_{ij}, u_{ij}, q, t_{ij}, B_o, r, k, g\}$ ，输出的结果为 $\{l_i, v_{ij}, w_{ij}\}$ 。

3.6.1 数据收集和计算

确定输入参数的数值，参数 $\{d_{ij}, c_{ij}, u_{ij}, q, t_{ij}, B_o, r, k, g\}$ ，根据数据调查跟经验的出， d_{ij} 是百度地图得到的实际距离。

3.6.2 目标函数统一化

由于我们构建的是两个量纲不同的目标函数，目标函数 Z_1 的量纲为成本，目标函数 Z_2 的量纲为运量，因此有必要对两个目标函数进行统一化，即无量纲处理。分别求出两个目标

函数的最大值 $Z_{i,\max}$ 和最小值 $Z_{i,\min}$ ，通过下述公式将两个目标函数规范化处理。

对于正向目标函数：

$$j_i(x) = (Z_i(x) - Z_{i,\min}) / (Z_{i,\max} - Z_{i,\min})$$

对于负向目标函数：

$$j_i(x) = (Z_{i,\max} - Z_i(x)) / (Z_{i,\max} - Z_{i,\min})$$

两个目标函数规范化后如下所示：

$$Z_1^* = \frac{Z_{1,\max} - (a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} p_{ij} d_{ij} + a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} w_{ij} d_{ij} + q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} w_{ij} l_i g c_i)}{Z_{1,\max} - Z_{1,\min}} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \max\{d_{ij} - D_i, 0\} u_{ij} w_{ij}}{Z_{1,\max} - Z_{1,\min}}$$

$$Z_2^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} v_{ij} - Z_{2,\min}}{Z_{2,\max} - Z_{2,\min}}$$

3.6.3 确定多目标函数的权重

本次多目标规划的权重系数是在成本和客户满意度之间进行一个平衡，具体的系数 p_1 和 p_2 是更加经验得到的，这也是这个模型需要进一步改进的方向。

假设我们中两目标函数综合权重为 P_1, P_2 ，单目标模型如下式所示：

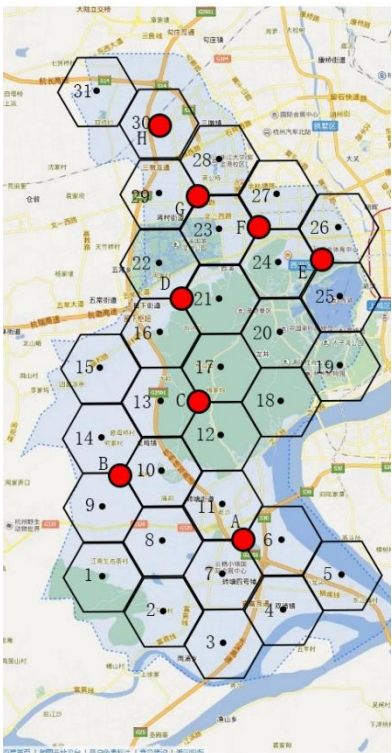
$$\max F = p_1 \frac{Z_{1,\max} - (a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} p_{ij} d_{ij} + a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} w_{ij} d_{ij} + q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} w_{ij} l_i g c_i)}{Z_{1,\max} - Z_{1,\min}} + p_2 \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \max\{d_{ij} - D_i, 0\} u_{ij} w_{ij}}{Z_{1,\max} - Z_{1,\min}} + p_2 \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} v_{ij} - Z_{2,\min}}{Z_{2,\max} - Z_{2,\min}}$$

3.6.4 模型求解

将多目标函数转化为单目标函数后，目标函数属于非线性整数规划本文主要使用 Lingo 软件进行求解。使用 Lingo 软件进行求解，主要得到两个方面的结果，意识中转场，另一个是中转场到需求点的路径及快递运量。

4 实例分析：以杭州的西湖区的圆通快递中转站为例

以下为对西湖区进行分割，并对每一个六边形的人口进行统计的结果：



地区	常住人口（人）
全区	790009
北山街道	29159
西溪街道	79503
翠苑街道	86267
古荡街道	67349
留下街道	95779
转塘街道	71034
蒋村街道	29272
灵隐街道	46070
文新街道	87907
三墩镇	132631
双浦镇	65038

注：总面积为 312 平方公里，每个六边形 10 平方公里。

人口分布表

街道	常住人口 (万人)	地域面积 (平方公里)	人口密度 (人/km ²)
北山街道	4.31	11.15	3865
西溪街道	8.64	3.02	28609
翠苑街道	8.59	3.89	22082
古荡街道	5.31	4.55	11670

留下街道	4.51	32.14	1403
转塘街道（龙坞镇）	5.5	78	705
蒋村街道	1.83	14.30	1280
灵隐街道	5.50	6.62	8308
文新街道	6.39	4.08	15662
三墩镇	7.8	37.51	2079
双浦镇	5.6	81.81	685
西湖街道	3.0	47.09	637

4.1.1 中心性指数计算

以下为选中的 8 个备选点原始数值：

备选点原始值

指标 备选点	人口密度 (人/ km^2)	收入水平 (元)	社会销售品零 售额（万元）	交通状况 km/km^2	可达性	地价水平
A（双浦镇）	685	16775	98.5	1.63	1	1.2
B（转塘）	705	18765	100.5	1.51	1	1.5
C（西湖）	637	29870	600.5	1.05	1	3.0
D（留下）	1403	32890	276.3	4.00	3	1.8
E（北山）	3865	34550	543.5	5.50	8	2.8
F（古荡）	11670	40670	1320.0	6.43	5	2.8
G（文新）	15662	42560	1500.6	6.41	8	2.6
H（三墩）	2079	28000	388.4	3.05	3	2.0

由于指标体系中有正向指标和负向指标,我们按模型公式进行数据的归一化处理,处理后的数据如下表所示。

标准化数据

指标 备选点	人口密度	收入水平	社会销售品零 售额	交通状况	可达性	地价水平
A（双浦镇）	0.0032	0.0000	0.0000	0.1078	1.0000	1.0000

B（转塘）	0.0045	0.0772	0.0014	0.0855	1.0000	0.8333
C（西湖）	0.0000	0.5079	0.3580	0.0000	1.0000	0.0000
D（留下）	0.0510	0.6250	0.1268	0.5483	0.7143	0.6667
E（北山）	0.2148	0.6894	0.3174	0.8271	0.0000	0.1111
F（古荡）	0.7343	0.9267	0.8712	1.0000	0.4286	0.1111
G（文新）	1.0000	1.0000	1.0000	0.9963	0.0000	0.2222
H（三墩）	0.0960	0.4353	0.2068	0.3717	0.7143	0.5556

分别求出标准化之后的指标数据 X_{ij} 的比重,然后再求得第 j 项指标的熵值 e_j ,如下表所示:

第 j 项指标的熵值 e_j

熵值	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6
数值	0.4737	0.7088	0.6123	0.6678	0.6879	0.6674

计算第 y 项指标的熵值 a_j ,得出计算结果如下表所示:

第 j 项指标的权重

权重	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
数值	0.2412	0.1335	0.1777	0.1523	0.1430	0.1524

计算每个理想备选点的中心性指数 v_i ,得出计算结果如下表。

备选点中心性指数

A	B	C	D	E	F	G	H
0.078	0.072	0.067	0.105	0.103	0.223	0.256	0.097

从表可以看出,各备选点中心性差异较大,其中 D、E、F、G、H 五个点中心性比较大,根据陈上升的研究指出,中心性大于 0.05 的点符合建立中心村(高级中心地)的标准,我们参照此标准,最终选取 A、B、C、D、E、F、G、H 作为中转场备候选点。

4.1.2 数据集合

(1)数据说明:

相关单位快递车辆运费等都是通过搜集资料获得,同时模型中有些数据在调研中无法获得,采取经验判断方法获取。求解该模型所需的数据如下所示。

1)需求地需求量

需求地的快递需求量 (kg)

需求点	需求量 (kg)	需求点	需求量 (kg)
1	20550	17	19110
2	20550	18	19110
3	20550	19	19110
4	20550	20	19110
5	20550	21	23700
6	20550	22	3915
7	21150	23	383580
8	21150	24	249240
9	21150	25	0
10	21150	26	386220
11	21150	27	397476
12	19110	28	62370
13	30600	29	62370
14	42090	30	62370
15	42090	31	62370
16	30600		

2)备选点与需求点之间的距离

备选点至具体地点距离统计表 (距离/km)

地点	A	B	C	D	E	F	G	H
1	9.2	15.5	15.0	23.2	24.0	28.2	30.2	35.8
2	6.8	13.6	13.8	24.7	23.0	30.3	31.8	37.7
3	7.4	16.2	14.4	22.4	23.3	29.0	30.2	36.4
4	6.0	17.5	15.0	22.8	30.2	28.8	30.3	36.5
5	7.9	21.4	14.6	35.4	31.6	31.4	33.6	48.4
6	2.4	12.5	9.8	20.3	17.6	26.3	27.8	33.4

7	3.2	10.6	11.1	20.3	27.4	24.9	26.4	32.3
8	7.5	11.7	10.4	19.1	20.2	23.5	25.0	30.9
9	11.6	13.5	13.4	22.1	31.2	19.4	29.1	26.8
10	10.6	5.6	9.4	13.3	18.2	18.9	20.1	26.3
11	6.5	7.7	7.6	14.3	24.3	118.6	21.9	32.8
12	9.8	9.6	2.7	15.2	12.6	14.2	17.1	20.7
13	13.5	5.3	12.7	6.9	15.2	12.1	13.9	23.6
14	13.4	4.3	12.0	12.4	21.1	18.2	19.6	25.6
15	22.2	11.6	18.4	6.2	14.5	11.9	13.8	21.9
16	19.8	9.2	14.4	2.4	11.0	8.1	9.9	14.1
17	13.4	13.0	0.78	11.2	10.0	10.8	13.8	17.6
18	12.4	12.5	8.5	13.4	12.8	15.1	17.9	22.3
19	15.6	15.4	12.4	13.3	8.9	11.6	14.9	20.1
20	16.6	16.7	6.7	7.8	6.1	6.3	9.6	13.3
21	22.2	14.0	11.7	3.4	7.5	5.3	6.9	11.4
22	19.9	11.8	13.7	4.1	9.6	6.6	8.1	12.2
23	24.2	15.4	10.8	5.0	6.4	2.9	3.0	7.5
24	27.7	20.3	9.3	8.8	2.9	4.9	9.7	13.7
25	20.3	20.1	9.5	9.7	3.5	6.2	11.2	16.0
26	28.7	20.1	13.4	8.8	0.99	3.7	10.0	13.1
27	28	19.5	13.0	9.5	5.5	3.1	5.0	8.7
28	29.5	21.2	15.1	11.1	9.4	5.8	5.0	6.0
29	28.6	19.8	15.3	9.9	11.6	7.1	2.2	5.8
30	27.7	19.4	18.0	13.3	13.6	9.8	5.2	0
31	40.0	31.6	22.8	14.5	21.5	18.1	10.3	7.5

注：使用百度地图搜索得到结果。优先选用时间最短的方案。由于具体路况不同，因此距离相同可能使用时间不同。

3)备选点到需求点之间的时间,这里的时间主要为车辆配送时间,通过百度地图上两点之

间的到达时间获得具体见下表。

备选点至具体地点时间统计表（时间/min）

地点	A	B	C	D	E	F	G	H
1	19	37	35	38	59	51	55	46
2	12	36	33	38	62	51	55	44
3	15	40	27	40	56	49	53	43
4	14	39	30	43	53	50	52	45
5	16	44	29	48	55	52	56	54
6	6	29	21	37	47	50	54	45
7	6	29	25	37	49	47	51	42
8	14	31	26	33	54	44	47	39
9	21	32	32	37	62	45	52	40
10	20	13	19	25	46	43	43	36
11	14	17	18	31	45	45	58	44
12	18	20	5	38	38	38	49	56
13	25	12	25	17	40	33	35	30
14	29	13	35	26	54	44	47	40
15	30	23	39	16	40	30	36	36
16	27	19	38	8	32	25	29	40
17	22	28	2	29	31	28	42	49
18	26	28	21	45	40	41	53	61
19	28	34	27	44	32	44	46	63
20	30	37	16	22	25	19	30	40
21	32	28	34	11	25	19	27	33
22	28	22	37	12	31	20	23	32
23	34	31	31	15	24	12	12	20
24	45	53	30	30	19	25	38	42
25	40	52	33	33	18	27	42	48
26	47	53	39	33	6	14	30	34

27	44	47	37	30	21	12	16	21
28	37	31	47	34	30	21	15	20
29	36	29	42	28	38	23	7	15
30	34	28	48	23	39	31	12	0
31	47	42	62	38	53	47	10.3	7.5

4)单位运价、时间成本及惩罚系数

为实现快递行业的标准化和专业化,同城配送提倡采用小型货车,运输成本主要为小货车单位距离能耗成本=单位距离耗油量*电价,根据调查,小货车油耗 18 升/百公里,油价 5.80 元/L,故单位距离能耗成本为 1.05 元/公里。不考虑价格折扣问题,行驶成本采用市内零担普通货物运输成本为 0.30 元/千克*公里,时间转化成本为 0.044,惩罚系数为 0.02 元/千克*公里。

5) 固定成本 Gc(万)

A	B	C	D	E	F	G	H
50	50	50	70	100	150	180	100

6) 中转点的最大输送量 kg

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8
150 000	150 000	150 000	200 000	600 000	600 000	800 000	400 000

7)理想覆盖半径 km

A	B	C	D	E	F	G	H
10	10	10	6.5	5	5	6	8

4.2 求解结果

4.2.1 Lingo 的运行结果

采用前文的优化模型,将数据代入,通过 Lingo 软件进行模型求解。

运行结果如下:

目标函数的目标值为: 0.9620220 最终的成本为 $Z1=0.1058948E+08$ 元, 中转站对覆盖面积内的送货量 $Z2=1925436.kg$

最终选定的备选点如下:

L(1)	1.000000
L(2)	1.000000
L(3)	0.000000
L(4)	0.000000
L(5)	1.000000
L(6)	1.000000
L(7)	1.000000
L(8)	1.000000

即选中了:A,B,E,F,G,H.点。

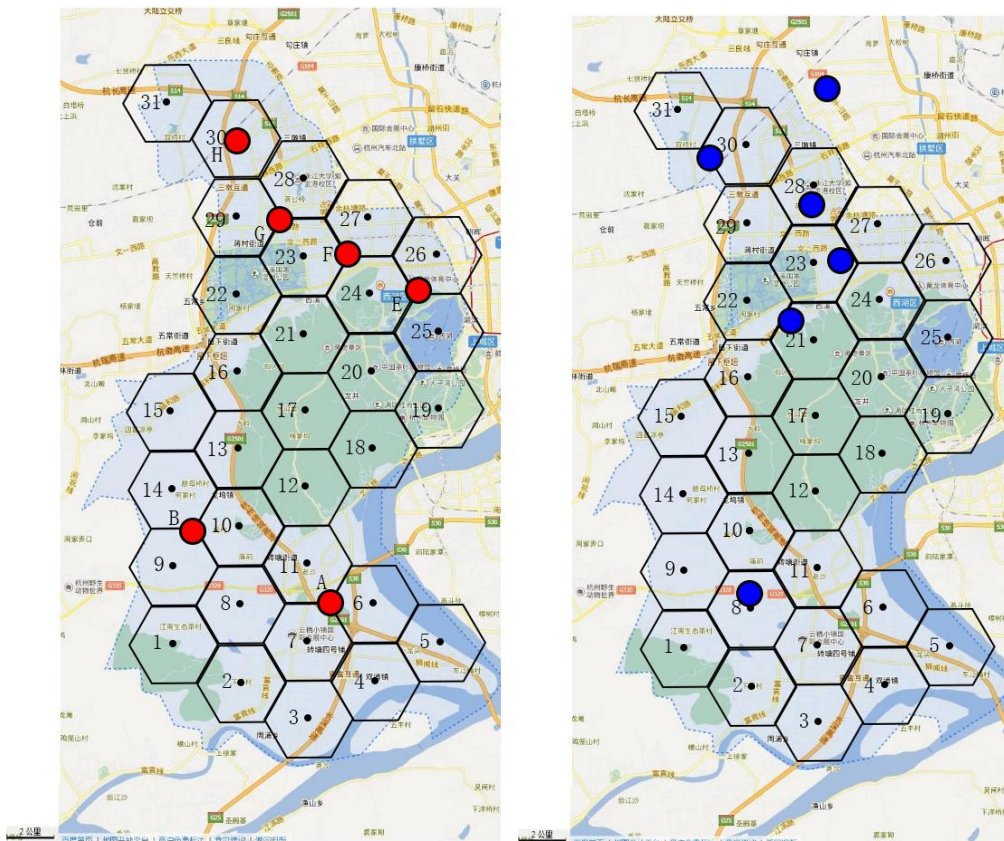
4.2.3 配送方案

地点	A	B	E	F	G	H
1	20550	-	-	-	-	-
2	20550	-	-	-	-	-
3	20550	-	-	-	-	-
4	20550	-	-	-	-	-
5	20550	-	-	-	-	-
6	20550	-	-	-	-	-
7	21150	-	-	-	-	-
8	-	21150	-	-	-	-
9	-	-	-	21150	-	-
10	-	21150	-	-	-	-
11	-	21150	-	-	-	-
12	-	-	19110	-	-	-
13	-	30600	-	-	-	-

14	-	42090	-	-	-	-
15	-	-	-	42090	-	-
16	-	-	-	30600	-	-
17	-	-	19110	-	-	-
18	-	-	19110	-	-	-
19	-	-	19110	-	-	-
20	-	-	-	19110	-	-
21	-	-	-	23700	-	-
22	-	-	-	3915	-	-
23	-	-	-	-	383580	-
24	-	-	-	249240	-	-
25	-	-	-	-	-	-
26	-	-	386220	-	-	-
27	-	-	-	-	397476	-
28	-	-	-	-	-	62370
29	-	-	-	-	-	62370
30	-	-	-	-	-	62370
31	-	-	-	-	-	62370

4.2.3 求解中转站分布与实际结果比较

求得的快递站点与实际的快递站点比较如下：



能够看到两者有一定的差距，这是因为建立的模型与实际的情况有一定的出入，同时对于人口需求量等的估计有一定的误差。总体来说，模型达到了优化结果，从备选点中得到了相对最优的结果。

4.3 模型缺陷分析：

未考虑顺路送货的情况。这在密集的地方，如北部并不明显，因为根据中心地理论每个中转站都是有服务范围的，人口密集的地方中转站的服务范围较小。而在南部，这种顺路送货的情况就有较大的影响。因为南部人口分布稀疏，地域广阔，中转站的服务范围较大，因此往往可以顺路送货，但此在模型中未予考虑。

该模型只考虑了西湖区单个区域，即认为西湖区的中转站只送西湖区。但是在实际中，中转站的设立是根据杭州市的整体情况设立的，即西湖区与拱墅区的近交界处即可以认为是在西湖区也可以在拱墅区的中转站负责。

【参考文献】

[1]袁莉莉,孔祥.中心地理论与聚落体系规划以苏州工业区中心村建设规划为例[J].世界地理研究.1998,72(2). 67-71.

- [2]马志和,马志强,戴健,张林.“中心地理论”与城市体育设施的空间布局研究[J].北京体育大学学报,2004(4): 445-447.
- [3]马水静.基 P 中心地理论的北京城市街道活力研究[D].北京工业大学,2009.
- [4]张青青.基于中心地理论的城市电影院布点研究以重庆市主城区电影院为例[D].重庆:重庆大学,2014.
- [5]孙文霞,魏连雨.区域物流中心选址问题的综合分析[J].河北工业大学学报,2002,(12):98-101.
- [6]腾绍光.层次分析法在物流中心选址中的应用[J].中国储运,2005(6): 60-61.
- [7]陈上升.基于中心地理论的中心村区位选择与优化——以河南鄧州市构林镇为例[D].河南:河南大学,2013.