# 有机蔬菜配送网点模型分析与建立

论文作者： 王亚哲

作者学校：郑州市第一中学

所在省份： 河南省

所在国家：中华人民共和国

指导老师： 吴艳辉

日 期：2016年8月30日

有机蔬菜配送网点模型分析与建立

**摘 要**

随着人们生活水平的提高，对有机蔬菜的需求越来越多，在城市设置有机蔬菜配送网点就显得十分重要。本文针对有机蔬菜配送中心的配送半径进行了分析，给出了配送半径的算法，对配送中心和分拣中心的网点位置的设置模型进行了分析和探讨，建立了配送中心和分拣中心的网点优化模型，对模型给出了算法。根据上述讨论的模型对某市的有机蔬菜网点设计中的配送中心和分拣中心的位置进行了计算，获得了市区建立配送中心和分拣中心的位置分布。有机蔬菜网点模型的建立和实例分析对其它地市建立有机蔬菜配送中心和分拣中心的建立提供了模型和实例基础，也为其它相关业务配送网点的建设提供理论和实践基础。论文主要包括以下内容：

1. 论文首先给出了有机蔬菜配送网点设计的意义，给出了有机蔬菜配送网点主要内容包含分拣中心和配送中心；
2. 研究了配送中心配送服务半径算法，并推导出了配送区域的最大服务半径，根据最大服务半径，对服务区域进行了划分，并对划定的区域进行了优化；
3. 研究了配送中心运行成本和位置之间关系，并给出了模型，通过对模型中的多元函数求极值，推导出了配送中心的优化模型。同时给出了配送中心服务区域内的建设费用模型——二次函数，并通过最小二乘法对模型进行了拟合，推导出了拟合模型的参数计算公式；
4. 研究分拣中心运行成本和位置之间的关系，确定了模型，通过对模型进行求极值计算，推导出了分拣中心的优化模型。同时给出了分拣中心服务区的建设费用模型——多面函数，并通过最小二乘法对模型进行拟合，推导出了拟合模型的参数计算公式；
5. 通过对某市有机蔬菜的配送数据的采集以及市区建设成本数据的采集，确定了配送区域的范围，并对范围进行了优化，拟合了各区域和整个市区建设费用的模型，并根据配送中心和分拣中心模型，给出配送中心和分拣中心的最优化位置。
6. 论文最后给出了结论，并对下一步的研究给出了建议。

本文主要的亮点：

1. 本文提出的网点优化模型对于物流、连锁商业等网点布设提供了参考；
2. 本文提出的建立城市范围内的房产建设费用模型，可为政府对当地房产问题决策提供数学依据；
3. 在本文中，距离公式采用两点之间的坐标差的绝对值之和作为城市中两点之间距离，代替了两点之间直线距离，这样使得模型能够更加符合实际情况；
4. 在配送中心和分拣中心的选址过程中，除考虑运输成本之外，考虑了选址中的建设费用，因为在选址过程中，配送中心和分拣中心的建设费用在实际中占据了不少成本；
5. 根据配送中心和分拣中心在选址中的范围，建设费用采用了不同的模型，配送中心的建设费用模型采用了二次函数，二分拣中心的建设费用模型采用多面函数。
6. 给出了配送中心和分拣中心选址模型的算法；
7. 通过实例计算获取了某市建设费用的拟合模型以及各区域范围内的建设模型，并根据实际数据确定了有机蔬菜配送中心和分拣中心的位置。

**关键词：**有机蔬菜，配送，网点，模型，分析

Analysis and establish of organic vegetables distribution network model

**Abstract:** With the improvement of people's living standard, people have more and more demand for organic vegetables. It becomes very important to set distribution of organic vegetables in the city. This paper analyses the distribution radius of distribution center, and gives the algorithm of the distribution radius. Then setting model of networks location of distribution center and sorting center is analyzed and discussed, network optimization model of distribution center and sorting center is established, and algorithm of the model is given. According to the above discussion model of a city’s organic vegetables network points in the design of the location of the distribution center and sorting center is calculated, and the location of urban organic vegetables distribution center and sorting center is obtained. Organic vegetables network model and example provides a basis of the model and instance to others cities. And it provides the theoretical and practical basis to other related business. This paper mainly includes the following contents:

1)The paper gives the significance of organic vegetables distribution network design, and the main content of organic vegetables distribution outlets includes sorting center and distribution center;

2) the service radius of distribution center distribution algorithm is studied, and the maximum service radius of the distribution area is deduced. Based on maximum service radius, the service area is divided, and the designated area is optimized;

3) The relation between distribution center operating cost and location is studied. The model is given. Through extreme calculation of the multivariate function model, the optimization model of distribution center is deduced. At the same time the construction costs of the distribution center's service area model--quadratic function is given, and the model is fitted by the least squares method, the formula of fitting model parameters is deduced;

4) The relationship between distribution center running cost and location is studied. The model is determined. Through extreme calculation of the model, the optimization model of sorting centers is deduced. Construction cost model of sorting center service area is presented by polyhedral function, the model is fitted by the least squares method. the formula of fitting the parameters of the model is deduced;

5) Through the distribution data of organic vegetables acquisition and urban construction cost data collection, we determine the scope of distribution area, and the scope is optimized. The fitting model of the distribution regions and the whole urban construction cost are given. According to model of the distribution center and sorting center, their optimal locations of distribution centers and distribution centers are given.

6) The paper finally gives the conclusions. Suggestions of the next step research is given.

In this paper, the main innovation points include:

1)The proposed network optimization model provides a reference model for logistics, chain business ;

2) The housing construction cost model is proposed by this paper, It can provide mathematical basis for government decision-making of local housing problems and urban planning.

3) In this paper, the distance of the formula using the sum of the absolute value of the coordinates difference between two points is the distance between two points in the city, it replace the linear distance between two points, so the model can more suit the actual situation;

4) In the selection process of distribution center and distribution centers location, we consider not only the transportation cost, but the construction cost of the location, because in the process of selection, the construction costs of distribution center and sorting play a key cost at the actual work;

5) Construction costs have adopted a different model according to the distribution center and distribution centers in the site selection. The quadratic function is used in the construction cost model of distribution center, polyhedral function model is used by the construction costs of distribution centers;

6) The algorithm of distribution centers and distribution centers location model is given;

7) The fitting model of construction cost and the construction model of regional scope are obtained through a city’s example. and the organic vegetable distribution centers and distribution centers location is determined according to the actual data.

**Key words:** organic vegetable, distribution, network, model, analysis

## 0 引言

近些年来，随着国内生活水平的日益提高，人们对蔬菜食品的要求越来越高，有机蔬菜生长过程远离污染，生产要求高，不使用任何化学合成的农药、化肥以及基因工程生物及其产物，并经国家有机食品认证鉴定机构认证。有机蔬菜的安全、绿色、口感好等在市场上受到越来越多的人们的关注。根据有机蔬菜行业市场调查分析报告，在过去的10年间，在一些国家的市场上，有机农产品的销售额年增长率20%。在日本，有机蔬菜高达80%的普及率。2010年我国的有机蔬菜产量为22.5万吨，到了2014年产量已经达到35.8万吨。

有机蔬菜配送有其独特的特点，为保证蔬菜的新鲜口感，它有极强的时效性，蔬菜配送网点位置选择就显得十分重要。有机蔬菜配送网点包括有机蔬菜分拣中心和有机蔬菜直营配送中心。有机蔬菜分拣中心主要负责将各地的有机蔬菜集中进行分拣，按照各个配送中心的需求配送至配送中心。有机蔬菜直营配送中心是将有机蔬菜直接配送至用户或用户直接到配送中心进行提取。

## 1 配送中心网点设计与优化模型研究

### 1.1有机蔬菜配送中心网点服务半径

在有机蔬菜配送中心，由于有机蔬菜时效性的限制，要求每个网点都有其最大服务半径。网点的服务能力也要得到保证，同时网点自身的建设成本也应最低，并且在建设网点时要能满足尽可能多的客户需求。

首先设送至用户的时间保证在最短时间内，这就要求在配送网点至用户的距离要求能保证满足时间上的需求。

 （1-1）

上式中为配送中心到用户的所用时间，为配送中心到用户的距离，为配送中心到用户所用的交通工具的速度。

若要求最大时间已经确定，采用的交通工具的运行速度已经确定，那么网点最大距离就已经确定。考虑在实际配送过程中，网点到用户间并不是两点之间的距离，必须通过两条直角边才能到达，如图1-1所示。



图1-1：配送中心到用户的距离计算

从图1-1可以看出，假定配送中心的坐标为，用户的坐标为，则配送中心到用户的配送距离为：

 （1-2）

从配送中心到用户的直线距离为：

 (1-3)

要确定配送中心服务的范围，必须达到配送中心到用户的最大距离能够满足时间上的要求，即当满足时间上的要求上，来求。

 （1-4）

将看作一个整体，并对上式进行求导，可得：

 (1-5)

令，即当时，取最大。此时，。

当服务的最大半径

 (1-6)

如图1-2，当服务半径求取之后，可以按照服务半径对整个区域进行划分。从图2 可以看出，若每个圆内包含相同数量的用户，配送中心设置在圆心时最为理想的情况。每个圆的面积为：

 (1-7)

但我们也看到，圆与圆之间还存在大量的盲点，这些可能造成部分客户没有网点进行配送的现象。

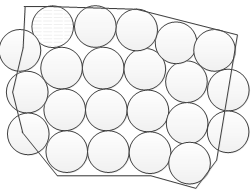


图1-2：圆形设置网点服务区域

因此需要对其进行优化，采用内接正六边形进行代替圆形进行分割，这样每个等边六边形范围内拥有相同的面积，并且不存在盲区。正六边形的面积为：

 （1-8）

由于采用的是内接正六边形，所以正六边形的面积略小于圆形的面积。

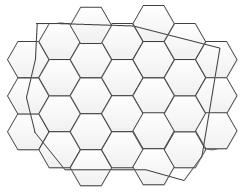


图1-3：六边形设置网点服务区域

在实际网点设置时，首先按照正六边形进行分割，再按照街道进行划分。

### 1.2有机蔬菜配送中心网点设置

从上面分析可以看出，每个网点服务的范围可以确定，那么究竟配送网点放在什么地方最好呢。第一，要满足网点尽可能多的客户需求；第二，自身的建设成本也应最低；第三，网点的配送时效性必须满足要求。根据上述原则，可以得到：

 （1-9）

上式中，为总费用；为单位薪金，即每送每一公里一公斤有机蔬菜的薪金；为有机蔬菜配送数量；为配送中心到用户的距离，采用距离公式，即第i个配送中心距离本配送区域内第i个客户的距离；为配送人员的底薪；m为配送中心的总的配送人员，可这样求取，，为配送中心每天的总的配送量，为每个配送人员每天配送的平均客户数；为配送中心的建设费用，建设费用与位置有关系，一般越靠近繁华地区，建设费用越高，在确定号配送区域后，由于配送区域内范围较小，因此，采用二次函数，即。

由上，目标函数（1-9））变为：

 （1-10）

由于目标函数中含有绝对值符号，我们将（1-10）式变形可得：

（1-11）

对上式求导：

 （1-12）

 （1-13）

由上式可得：

 （1-14）

上式右端仍然含有未知数x，y，由（1-14）式推导出迭代式为：

 （1-15）

通过（1-15）可以计算出最优点位的坐标值。

下面讨论如何求取建设费用的问题，求建设费用，其实就是求取函数的系数，为了求取系数，需要先对目标区域的建设成本进行采样，设处的建设费用为，则目标区域内n个位置的建设费用已经获取，则：

 （1-16）

其中：



由（2-10））式可得：

 （1-17）

对于每个已经获取建设费用的点位列出方程，根据最小二乘原理，即在的条件下，解算出系数。由（2-11）式可得：

 （1-18）

要使，根据多元函数则需对（20）进行分别对，，…，求取偏导：

 （1-23）

由上式可得：

 （1-19）

同理可以得到：

（1-20）

（1-21）

（1-22）

（1-23）

（1-24）

（1-20）、（1-21）、（1-22）、（1-22）、（1-23）、（1-24）这六个方程组成方程组，可得：

 （1-25）

上式写成矩阵形式，为：

（1-26）

由（30）式，可以得到方程的系数为：

（1-27）

## 2有机蔬菜分拣中心网点设计与优化模型

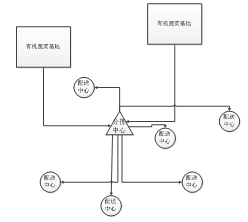


图4：分拣中心和有机蔬菜基地以及配送中心关系图

分拣中心的选址应保证从蔬菜基地到分拣中心以及分拣中心到配送中心的费用以及分拣中心的建设费用最低。

设分拣中心的位置为，货运单位距离单位货量所产生的费用为，蔬菜基地或配送中心的位置为，分拣中心建设费用为，为交通影响系数，则分拣中心总费用为：

 （2-1）

分拣中心建设的位置应使总费用为最小，即：

 （2-2）

上式中为蔬菜基地到分拣中心以及分拣中心到配送中心的配送货量。为分拣中心建设费用，它的费用与分拣中心位置有关，一般越靠近市区中心，费用越高。可用多面函数表示为：

 （2-3）

这样（2-3）就变为

（2-4）

要使（2-4）式取得极小值点，需对上式分别对，进行求偏导，为此将上式变形可得：

（2-5）

这样可对（2-5）求导，可得：

 （2-6）

令（2-6）两端为零，可得

 （2-7）

由（2-7）式，可得：

 （2-8）

当多面函数的k值取时，2-8式变为：

 （2-9）

上式两端都含有未知数，无法直接得到解，由（2-9）可得到关于，的迭代公式：

 （2-10）

迭代的初始值利用基地、配送中心坐标的平均值作为迭代初始值。即

 （2-11）

利用公式（2-11）可以得到分拣中心的最优位置。

下面讨论如何求取建设费用的问题，求建设费用，其实就是求取函数的系数，为了求取系数，需要先对目标区域的建设成本进行采样，设处的建设费用为，则目标区域内n个位置的建设费用已经获取，则：

 （2-12）

其中：

，本文中采用正双曲面函数，取。为光滑因子，可取小正数或零，这里取零。

由此可以列出方程式：

 （2-13）

令：



则2-12式变为：

 （2-14）

根据最小二乘原理，利用函数求极值的方法，得：

 （2-15）

转置后为：

 （2-16）

将2-13式代入2-15中，可得：

 （2-17）

利用2-16式可以求出：

 （2-18）

利用2-17式可以计算出多面函数的系数。

## 3 某市网点设计实例分析



图3-1市区平面图

图3-1为某市三环以内以及新区和经济开发区的市区平面图，现在要对这个城市的三环以内和新区以及经济开发区的范围内进行有机蔬菜配送中心和分拣中心的建设。首先计算配送中心的数量，由于配送中心距离用户距离较近，从配送中心到用户之间的配送采用非机动车运输，并要求从配送中心到达用户不超过1小时。根据《道路交通安全法》规定，非机动车的运行速度最高不超过15km，考虑到室内交通中的状况，运行速度应为最高速度的60%较为合适，同时，由于要求直接配送至用户，非机动车不能直接到达客户家中，还需要步行一段时间，一般步行时间占总运输时间的40%，这样综合考虑，配送中心到客户的运行速度为



有了运行速度，根据公式（1-6），可以求出服务半径：



按照六边形分区法计算得到每个配送中心的服务面积为：



图3-2为市区范围利用正六边形划分的配送区域，正六边形的面积约为39km2。由于在实际配送中，不可能按照正六边形的边来划分，而是要利用街道来进行划分，为此，根据实际的城市街道对图3-2划分的区域重新按照街道进行了调整，如图3-3，图3-3中绿色的范围线为利用城市街道实际进行调整后的配送区域，由原来的9个区域，重新划分为7个区域。

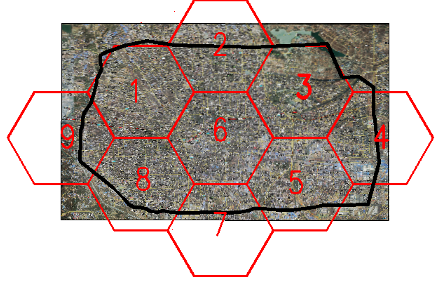


图3-2：按照正六边形划分的配送区域

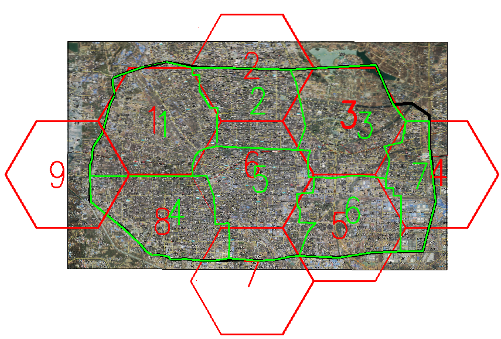


图3-3：按照实际街道进行调整后的配送区域图（绿色区域）

确定7个配送区域的配送中心的位置，首先求取7个区域的建设费用的函数，7个区域的建设费用通过采集区域内若干个点位的建设费用，见附表１，由于利用谷歌地球采集的数据为经纬度坐标，计算不方便，利用南方数据处理软件对采集到的经纬度坐标进行了坐标投影，化为平面直角坐标。进行高斯投影时椭球参数采用WGS84椭球，其中椭球长半轴为6378137.0m，扁率为298.257223563。采用３度带高斯投影，中央子午线为１１４ｏ。由于距离中央子午线较远，坐标数据比较大，因此对投影后的Ｘ、Ｙ坐标分别减去了一个常量３８４００００m和４６００００m，相当于将坐标进行了平移。其它所有的坐标均按照平移后的坐标来进行计算。通过拟合求取，其建设费用的具体数据见附表6-1,6-2，6-3，6-4，6-5，6-6，6-7。根据公式（1-21）分别计算出7个区域的建设费用函数见下表：（由于坐标值较大，在利用matlab计算时，系数阵出现接近奇异矩阵的问题，考虑到在进行网点选点时，位置误差定位允许在100m，这样在计算参数时对所有坐标均按照百米为单位计算。）

表3-1：各区建设费用函数系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 服务区域  系数 | 一区 | 二区 | 三区 | 四区 | 五区 | 六区 | 七区 |
| a0 | 547.2947 | 965.44762 | -548.058 | 135.5808 | 100.3975 | -245.684 | -2596.72 |
| a1 | -0.11896 | -18.269434 | 16.79558 | 4.277072 | 3.091732 | 24.6185 | 17.96837 |
| a2 | -5.14387 | 4.32218599 | -15.2299 | 0.733378 | -1.98389 | -63.151 | 23.47479 |
| a3 | 0.01264 | 0.05046377 | -0.02485 | -0.02264 | -0.00597 | 0.36219 | -0.21227 |
| a4 | -0.00368 | 0.06348465 | -0.03913 | -0.02611 | -0.00823 | -0.1241 | 0.005008 |
| a5 | 0.020375 | -0.0368096 | 0.126472 | 0.015086 | 0.029376 | 0.035376 | 0.116084 |

各区配送中心需要配送的点位和数量见附表８。利用各配送中心配送地点计算出配送地点的平均坐标，作为迭代的初始值，各区配送中心配送地点的平均坐标分别可见表3-2。

表3-2：各区坐标迭代初值表（为各区的配送服务点的坐标平均值）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域  坐标 | 一区 | 二区 | 三区 | 四区 | 五区 | 六区 | 七区 |
|
| Ｘ | ６４４５ | １２２９４ | １７２４４ | ６０９６ | １２６７８ | １７３６２ | ２１１４４ |
| Ｙ | ９７１１ | １０８２２ | ８９９６ | ４８３５ | ５３６７ | ４５１７ | ７３１６ |

经过（1-15）式迭代运算（迭代要求误差<5m），可计算出各区的配送中心的坐标的最优解为：

表3-3：各区配送中心的坐标值

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域  坐标 | 一区 | 二区 | 三区 | 四区 | 五区 | 六区 | 七区 |
|
| Ｘ | 7053 | 12208 | 17324 | 6588 | 12598 | 17401 | 21299 |
| Ｙ | 9781 | 11023 | 7868 | 4907 | 6302 | 4388 | 6809 |
| 迭代次数 | 11 | 6 | 8 | 14 | 16 | 6 | 18 |

将各区配送中心的x坐标加上3840000m，y坐标加上460000m，并按照投影反算，得到各区配送中心的经纬度坐标如表3-4所示。

表3-4：各配送中心的经纬度坐标值

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域  坐标 | 一区 | 二区 | 三区 | 四区 | 五区 | 六区 | 七区 |
|
| 经度 | 113.66996742 | 113.68335411 | 113.64868267 | 113.61875706 | 113.63175067 | 113.6106313 | 113.63694683 |
| 纬度 | 34.75130761 | 34.79787094 | 34.84383164 | 34.74696022 | 34.80118125 | 34.84440986 | 34.87962775 |

各区的配送中心确定之后，下面求分拣中心的位置，为确定中心的坐标值，首先对全市的建设费用进行多面函数拟合，共采集了全市186个地点的建设费用，多面函数采用正双曲面函数，光滑因子取零，核心点取六个点，利用公式2-18式计算出多面函数的系数。其值见表3-5。

表3-5：整个市区利用多面函数拟合的系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 系数 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 |
| 数值 | 0.0216 | -0.0126 | 0.2513 | 0.0610 | -0.2918 | 0.0069 |

获取了多面函数的系数，就确定了多面函数。下面计算分拣中心的位置，从有机蔬菜生产基地到分拣中心的运输费用为每公里每千克0.0015元，市区运输费用为每公里每千克0.003元。交通迂回系数这里取1。利用matlab编制程序，计算出分拣中心的最优坐标如表3-6所示.经坐标投影反算后，计算获得的大地坐标值见表3-7。图3-6为优化模型计算后的坐标在市区的位置，其中红色圆圈为配送中心的位置，蓝色五角星为分拣中心位置。

表3-5：分拣中心平面直角坐标值 表3-7：分拣中心大地坐标值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域  坐标 | 分拣中心 | 备注 |
|
| Ｘ | 12122 |  |
| Ｙ | 9781 |  |
| 迭代次数 | 6 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域  坐标 | 分拣中心 | 备注 |
|
| 经度 | 113.66978544 |  |
| 纬度 | 34.79699967 |  |



图3-6：配送中心和分拣中心优化计算后分布图

## 4 结束语

有机蔬菜配送网点的合理配置能够给企业在城市有机蔬菜供应中带来成本上的控制，为企业带来利润上的空间，同时能对企业有限的资源进行合理的利用。网点布设的合理布局将对现代企业在市场经济下资源的优化配置起到至关重要的作用。本文在对有机蔬菜配送过程中的分拣中心和配送中心的网点布设模型中，通过数学上的系统分析和解算，通过数学手段在理论上对网点布局进行了优化。同时通过对某市的实际数据的算例，使得在数学理论上的网点布设在实际应用中得到了实践。通过理论和实践分析，本文所做的主要工作和结论如下：

1. 配送区域的配送半径

配送区域的配送半径是确定配送中心的关键，也是配送中心送达用户并能满足用户的关键。本文考虑了在城市实际运输过程并不能直接由配送中心到达用户的实际，没有采用两点之间的直线距离，而采用两点之间的直角距离，并根据直角距离，计算除了配送半径。

1. 在网点模型中，考虑了网点的建设费用

网点的建设费用是网点建设中不可或缺的部分，但在文献中都没有对该部分进行考虑，本文在网点模型建立过程中，采用了将建设费用考虑到模型中，使网点模型更加符合实际。

1. 根据网点覆盖不同，建设费用采用了不同的模型

由于配送中心的覆盖范围和分拣中心的覆盖范围不同，本文中在模型建立过程中采用了不同的模型，在配送中心的模型中采用二次函数，由于覆盖范围小，采用二次函数可满足要求。但在分拣中心的模型中，由于分拣中心需要是在全市范围进行选址，因此，采用二次函数不能满足建设费用的拟合，而采用多面函数来拟合整个市区的建设费用，由于多面函数理论严密，因此拟合出的整个市区的建设费用能更加准确。

1. 网点布设的优化，并给出模型的算法

通过对配送中心和分拣中心的费用分析，给出了配送中心和分拣中心的网点布设优化模型，并根据优化模型，给出了模型的算法。

1. 通过实例计算和分析，获得某市市区范围内的有机蔬菜分拣中心和配送中心的位置

通过对某市市区内各地建设费用的数据采集，并通过二次函数和多面函数分别拟合了配送中心区域和全市区域的建设费用拟合，并根据全市市区的有机蔬菜配送计划，计算出了市区各个配送中心的位置以及分拣中心的位置。

本文对有机蔬菜网点半径、配送中心和分拣中心的模型探讨，较好地解决了有机蔬菜在城市配送过程中的网点布设问题，但由于研究时间的仓促，有些问题还需要进一步研究：

（1）在模型中没有考虑城市交通的拥堵问题，没有根据市区的不同区域给出不同的交通拥堵参数；

（2）在获取的网点位置中，没有考虑到城市的道路等问题，可能获取的位置在道路中间等问题；

（3）在建立模型的过程的一些假设，可能与实际中会有差别，还有待在实践中不断地改进和完善模型‘

（4）在模型建立过程中没有考虑到从中心到用户的运输优化问题，这都有待于在今后进一步研究。

致谢：感谢武汉大学张静博士提供的南方数据处理软件并指导进行高斯投影坐标的计算。

## 参考文献：

[1]薛伟，孙玲.区域面积分割法在配送网点优化上的应用.森林工程，2007,23（6）,92-94

[2]张兰.快递企业网点布局研究.硕士论文.中南大学.2008.11

[3] [http://ditu.so.com/?t=map&src=onebox&](http://ditu.so.com/?t=map&src=onebox&new=1&k)[new=1&k](http://ditu.so.com/?t=map&src=onebox&new=1&k)

[4] <http://office.zz.fang.com/zu/house/j2100-k2200-i33/>

[5] <http://www.earthol.com/>

[6] [http://zhengzhou.anjuke.com/](http://zhengzhou.anjuke.com/sale/jinshui/)

[7]有机蔬菜行业分析调查报告. http://www.chinabgao.com/k/youjishucai.html

[8]叶芳.农资连锁经营网点布局与配送中心选址组合优化研究.硕士论文.北京交通大学.2010.6

[9]王祥利.长沙市商业网点布局研究.硕士论文.湖南大学.2011.6

[10]陈中武.银行网点选址优化问题研究.博士论文.华中科技大学.2013.6

[11]王德英.邮政网点选址优化问题研究.博士论文.吉林大学.2012.6

[12]同济大学数学系编.线性代数.高等教育出版社.2014.6.

[13]陈宝林.最优化理论与算法.清华大学出版社.2005.11.

[14]同济大学数学系编.高等数学（上册）.高等教育出版社.2014.7

[15]同济大学数学系编.高等数学（下册）.高等教育出版社.2014.7