

GIS 对重心法的改进及其应用

□ 荣海涛 宁宣熙

[摘要] 物流中心选址对整个物流系统的优化和运作效率的提高有着决定性的影响。但是,传统的重心法存在着诸如获取数据不方便、获取的数据脱离实际、数据更新不及时、选址结果实用性差等不足,而 GIS(地理信息系统)特有的一些功能可以弥补这些不足,能使选址过程更加快捷、方便,选址结果更加精确、实用。引用 GIS 改进后的重心法不仅在理论上可行,在实践中也具有可操作性。

[关键词] GIS;重心法;物流;山西煤炭

[中图分类号] F252.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-5024(2008)05-0032-03

[作者简介] 荣海涛,南京航空航天大学经济管理学院博士生,研究方向为物流与供应链管理;

宁宣熙,南京航空航天大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向为物流与供应链管理。(江苏南京 210016)

物流中心选址是物流系统中具有战略意义的投资决策问题,对整个物流系统的合理化和商品流通的社会效益有着决定性的影响。目前,用于物流中心选址的方法很多,如重心法、CFLP 法等。但是,这些方法普遍存在模型假设脱离实际、计算结果在实际中难以应用等缺点。而 GIS 特有的一些功能可以弥补传统选址方法的不足,能使选址过程更加快捷、方便,选址结果更加精确、实用。

一、重心法及其存在的问题

1. 重心法的基本思想。重心法是物流中心选址常用的选址方法,属模拟法。这种方法将物流系统中的资源点看成是分布在某一平面范围内的物体系统,各点的资源量看成是物体的重量,最后将物体系统的重心作为物流中心的最佳设置点。在确定的平面直角坐标系中,该方法是将待定的物流中心位置作为变量,以待定物流中心到各个资源点的距离乘以各资源点的运量,再乘以相应的运输费率,对以上乘积求和之后构成目标函数,使目标函数数值最小的坐标即为最优的物流中心位置。

2. 重心法存在的问题。重心法的计算方法简单,可以很快确定物流中心的位置,但它也存在很多不足,主要表现在以下几个方面:

(1) 获取数据不方便。传统重心法是用方格图叠放在“纸质”地图上,将各个资源点人工标注在方格图上,然后再利用方格图形成的坐标系,确定各资源点的坐标。

(2) 获取的数据脱离实际。传统重心法假定运输路线为空间直线,而实际上这样的情况很少,因为运输总是在一定的公路网络、铁路系统、城市道路网络中进行的,即使在模型中引入一个比例因子把直线距离转化为近似的公路、铁路或其他运输网络里程,与实际距离也存在较大误差。

(3) 数据更新不及时。传统重心法获得的数据是静态的,而实际情况却是在不断发展变化的。实际生活中的道路状况、资源点运量、运输费率等数据随时都可能发生变化。

(4) 选址结果实用性差。由于传统重心法忽略了物流中心的地理属性特点,造成所求得

的选址结果在实际中往往无法应用。因为通过计算得到的地址,在现实中可能位于某河流的中心、某个山顶或是无法建筑物流中心的地方。

二、GIS 对重心法的改进

1. GIS 概述。GIS(Geographic Information System)地理信息系统,是集计算机科学、地理学、测绘遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学和管理科学为一体的新兴边缘科学;是多学科集成并广泛应用于各领域的基础平台。它以地理空间数据库为基础,在计算机软硬件的支持下,对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,并采用地理模型分析方法,适时提供多种空间和动态的地理信息,是地理研究和地理决策服务的计算机技术系统。

地理信息系统处理和管理的对象主要是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,其基本功能有地图浏览、空间查询、数据转换、数据采集与输入、数据编辑与更新、数据存储与管理、数据与图形交互显示、空间数据分析与处理等。GIS 已广泛应用于农业、林业、国土资源、地矿、军事、交通、测绘、水利、电力、教育、能源等几乎所有的行业。

2. GIS 对重心法的改进。GIS 在地理数据处理、更新、输出等方面的出色表现,可以改进传统重心法的上述缺陷,使其更加科学、实用。改进后的重心法的具体思路是:首先,将各个资源点名称输入 GIS,通过 GIS 的空间查询功能获得它们的经纬度、资源量以及相应的运输费率等信息,再利用 GIS 的数据转换功能把各资源点的经纬度转换为平面坐标;然后,把各个资源点的坐标、资源量、运输费率等数据带入重心法模型,求得物流中心坐标;最后,将此物流中心坐标输入 GIS 中,通过转换、查询得到其实际地理位置,并以图形的形式输出该位置的地形地貌、交通状况、基础设施等信息,决策者根据所要修建的物流中心的类型及要求,作出是否适合在该地点建造物流中心的决定。如果该地点不适合修建物流中心,可以扩大范围在该位置的周边地区,通过 GIS 的查询分析,选择其他更合适的地点。

3. 改进后的重心法的优点。改进后的重心法与传统重心法相比,有以下几方面优点:

(1) 数据获取更加方便。通过 GIS 可以轻松获得各个资源点的平面坐标数据,而不必再用网格图叠放“纸质”地图那样获得其相对位置。

(2) 获得的数据更加贴近实际。由于 GIS 将现实中的空间实体都已经数据化了,因此,各个资源点之间的道路情况、运输条件等,都更加符合实际情况,而不像传统的重心法那样,两点间距离直接用直线表示,不考虑实际道路状况。

(3) 数据更新及时。GIS 是一个动态的系统,其数据库可以保持持续更新,地理空间上的任何变化,它都可以及时更新其数据库以备调用。

(4) 选址结果更加实用。通过 GIS 可以直接定位所求得的地址,并输出目标地的地理属性信息,便于决策者作出符合实际情况的决策。而传统的重心法仅仅只求得到一个结果,至于这个结果在现实中是否可以应用就不得而知了。

三、改进后的重心法的应用

利用 GIS 改进后的重心法,整个选址过程分为四个步骤,其流程如下图所示:

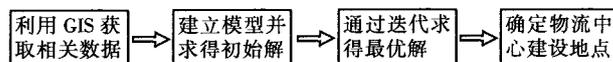


图 改进后的重心法选址流程图

第一步:利用 GIS 获取相关数据。根据重心法计算的需要,需要收集的数据有:各个资源点的坐标;各个资源点的资源量;各点之间的运输费率。

第二步:建立模型并求得初始解。设:在某计划区域内,有 n 个资源点,各点的资源量为 $W_j(j=1, 2, \dots, n)$, n 个点分布在不同坐标点 (x_j, y_j) 上,在计划区域内准备设置一个物流中心。现假设物流中心设置在坐标点 (\bar{x}, \bar{y}) ,假设 C_j 为物流中心至资源点 j 的运输费率, d_j 为点 j 到物流中心的距离, F 为总运费,则有:

$$d_j = [(\bar{x} - x_j)^2 + (\bar{y} - y_j)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$F = \sum C_j W_j d_j \quad (2)$$

使总运费 F 最小的物流中心位置,必须满足:

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \sum_{j=1}^n C_j W_j (\bar{x} - x_j) / d_j = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \sum_{j=1}^n C_j W_j (\bar{y} - y_j) / d_j = 0$$

由(2-3)可以求得物流中心的坐标为:

$$\begin{cases} \bar{x} = \frac{\sum C_j W_j x_j / d_j}{\sum C_j W_j / d_j} \\ \bar{y} = \frac{\sum C_j W_j y_j / d_j}{\sum C_j W_j / d_j} \end{cases} \quad (4)$$

由于(2-4)中的 d_j 仍然含有 \bar{x} 和 \bar{y} ,无法求得物流中心的位置坐标,因此,先忽略距离 d_j ,根据重心公式求得物流中心的初始坐标 (\bar{x}_0, \bar{y}_0) 为:

$$\begin{cases} \bar{x}_0 = \frac{\sum_{j=1}^n C_j W_j x_j}{\sum_{j=1}^n C_j W_j} \\ \bar{y}_0 = \frac{\sum_{j=1}^n C_j W_j y_j}{\sum_{j=1}^n C_j W_j} \end{cases} \quad (5)$$

第三步:通过迭代求得最优解。上面仅仅求出了物流中心的初始坐标,要精确求出物流中心的位置,还要经过一系列的迭代运算,迭代过程如下:

(1) 将利用式(5)求得的物流中心的初始坐标代入式(1),计算出 d_j ;

(2) 再将 d_j 代入式(4)中,求出修正的 (\bar{x}, \bar{y}) ;

(3) 将修正的 (\bar{x}, \bar{y}) 再次代入式(1),求出 d_j ;

◆ GIS 对重心法的改进及其应用

(4)重复以上步骤,直到 (\bar{x}, \bar{y}) 变动很小甚至不再变动为止。

第四步:确定物流中心建设地点。将上面经过迭代求得的结果通过 GIS 输出其在现实中的确切位置,决策者根据当地的实际情况对该位置作出调整,并最终确定适合修建物流中心的位置。

四、实证分析

将上述改进后的重心法应用于山西煤炭物流中心的选址,其过程如下:

第一步:获取数据。山西省的煤炭资源丰富,煤炭资源面积占到全省总面积的 40% 左右,而主要的大型煤田有六个,分别是大同煤田、宁武煤田、河东煤田、西山煤田、霍西煤田和沁水煤田。按照理论,每一个煤田就是一个资源点,但这 6 大煤田分布在省内不同的行政区划内,如宁武煤田就自南向北分布在忻州市和朔州市,因此,把每一个市作为一个资源点更加符合现实情况。

将各个煤炭产地的名称输入 GIS 后,通过 GIS 的空间查询功能获得各资源点的经纬度和煤炭产量,所得数据如表 1 所示:

表 1 经纬度数据

城市(n)	经度	纬度	煤炭年产量(万吨)
大同(1)	113°18'E	40°04'N	4738
朔州(2)	112°24'E	39°18'N	2680
忻州(3)	112°43'E	38°24'N	1600
吕梁(4)	111°28'E	37°04'N	2500
太原(5)	112°32'E	37°53'N	756
阳泉(6)	113°33'E	37°51'N	1600
晋中(7)	112°10'E	37°12'N	1799
长治(8)	113°06'E	36°11'N	1743
晋城(9)	112°49'E	35°30'N	6000
运城(10)	110°58'E	35°01'N	600
临汾(11)	111°29'E	36°04'N	2498

利用 GIS 的数据转换功能将经纬度数据转换为以大同为坐标原点的平面直角坐标系,得到各个资源点的平面坐标数据如表 2 所示。由于在同一省内,运输条件、道路状况以及相关的条件大致相同,因此将运输费率统一设定为 A 元/公里。

第二步:将数据代入模型,求得初始解。将表 2 中的 x_i, y_i 和 W_i 代入公式(5)中,计算出物流中心的初始坐标 (\bar{x}_0, \bar{y}_0) 为 $(-58.9746, -125.987)$ 。

第三步:通过迭代运算,求得最优解。将初始重心坐标 $(-58.9746, -125.987)$ 代入公式(1)和(4)中进行迭代并计算费用,迭代过程如表 3 所示:

从表 3 中可以得到最终使总运费最小的物流中心坐标为 $(-66.0482, -278.761)$ 。

第四步:确定物流中心建设地点。利用 GIS 将坐标 $(-66.0482, -278.761)$ 转换成经纬度后为 $37.56^{\circ}N, 113.29^{\circ}E$,经查询定位,得知这个点位于山西省的太原市、阳泉市和晋中市的交界之处,该点距离太原 75 公里,距离阳泉 41 公里,距离晋中 106 公里,是一片山地,地势崎岖不平,交通极为不

表 2 平面坐标数据表

城市(n)	X_j (公里)	Y_j (公里)	煤炭年产量 W_j (万吨)	运输费率 (元/公里)
大同(1)	0	0	4738	A
朔州(2)	-76.6694	-85.716	2680	A
忻州(3)	-49.4092	-185.904	1600	A
吕梁(4)	-155.894	-333.959	2500	A
太原(5)	-65.5949	-243.79	756	A
阳泉(6)	21.2971	-247.129	1600	A
晋中(7)	-96.2627	-319.487	1799	A
长治(8)	-17.0376	-433.033	1743	A
晋城(9)	-40.9804	-508.73	6000	A
运城(10)	-198.489	-562.164	600	A
临汾(11)	-155.043	-445.278	2498	A

表 3 迭代计算表

迭代次数	X(公里)	Y(公里)	费用
1	-53.932	-213.593	332.432 A
2	-55.4369	-225.836	213.187 A
3	-56.6596	-234.11	211.653 A
4	-57.7441	-240.096	227.703 A
5	-58.7376	-244.499	255.527 A
6	-59.5814	-247.739	277.235 A
7	-60.217	-250.237	272.339 A
8	-60.6946	-252.301	257.212 A
9	-61.073	-254.081	244.183 A
10	-61.3904	-255.656	234.564 A
.....
47	-65.9107	-278.184	197.238 A
48	-65.9801	-278.476	197.232 A
49	-66.0482	-278.761	197.232 A

便,显然在这里建设物流中心是不符合实际的。

通过 GIS 在该点的周边地区查询分析后,得到经纬度为 $37.79^{\circ}N, 113.62^{\circ}E$ 的一点,该点位于阳泉市的平定县。GIS 的输出数据显示:平定县地处太原、石家庄两个省会城市的中间位置,石太铁路、石太高速公路、207、307 国道穿境而过,交通便利,而且在县城的附近有小平川,刚好适合修建物流中心。因此,在平定县修建物流中心是最佳的选择。

参考文献:

[1] 李长江. 物流中心设计与运作[M]. 北京:中国物资出版社,2002.
 [2] 贺东风,胡军. 物流系统规划与设计[M]. 北京:中国物资出版社,2006.
 [3] [美] Paul A. Longley, 等. 地理信息系统[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
 [4] 张席洲,龚奇才. 基于 GIS 的物流中心选址[J]. 物流技术,2005,(10).
 [5] Perry A. Trunick. Make Better Logistics Site Decisions [J]. LOGISTICS TODAY,2006(11):30-33.
 [6] 缪兴锋. GIS 在物流配送应用中的研究[J]. 物流技术,2005,(1).

[责任编辑:陈齐芳]