

# Application of DEA Method in Evaluation of Rural Information Network Resources

## —Take Postal Network as an Example

Yanfeng Jin<sup>1,2</sup>, Wei Jin<sup>2</sup>, Yu Liu<sup>2</sup>, Min Xie<sup>2</sup>, Han Yu<sup>2</sup>, Qi Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Economics and Management, BUPT, Beijing

<sup>2</sup>Shijiazhuang Posts and Telecommunications College, Shijiazhuang Hebei

Email: yanfengjin@163.com

Received: Jul. 24<sup>th</sup>, 2019; accepted: Aug. 6<sup>th</sup>, 2019; published: Aug. 13<sup>th</sup>, 2019

---

### Abstract

Aiming at the heterogeneity of input and output data in the existing resource efficiency evaluation, an improved DEA efficiency evaluation model based on Grey clustering is proposed. Taking postal network as an example, according to the principle of network resource allocation, county organizations are regarded as the main body of postal network operation. Through the analysis of the characteristics of postal network resources, the evaluation index system of postal network resource allocation is established. The model is used to evaluate and analyze the resource allocation efficiency of physical network and comprehensive network of postal organizations in 18 counties in the selected area. And the results show that: (1) The method can realize the homogeneity of heterogeneous decision making units, and effectively reduce the management and operation cost of county postal organization in network resource allocation. (2) The model is effective not only for evaluating the resource allocation efficiency of simple networks, but also for complex networks. At the same time, this method provides a new way to evaluate the efficiency of resource allocation.

### Keywords

Grey Clustering, Postal Network, Resource Allocation, DEA

---

# DEA方法在农村信息网络资源评价中的应用

## ——以邮政网络为例

靳艳峰<sup>1,2</sup>, 靳伟<sup>2</sup>, 刘羽<sup>2</sup>, 谢敏<sup>2</sup>, 于含<sup>2</sup>, 王琦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北京邮电大学经济管理学院, 北京

<sup>2</sup>石家庄邮电职业技术学院, 河北 石家庄  
Email: yanfengjin@163.com

收稿日期: 2019年7月24日; 录用日期: 2019年8月6日; 发布日期: 2019年8月13日

## 摘要

本文针对现有资源效率评价中存在的输入输出数据的异质性问题, 提出了一种基于灰色聚类的改进DEA效率评价模型; 以邮政网络为例, 根据网络资源配置的原则, 把县域组织作为邮政网络运行主体, 通过对邮政网络资源特性的分析, 建立了邮政网络资源配置评价指标体系; 利用该模型对所选地区18个县域邮政组织的实物网络和邮政综合网络资源配置效率分别进行了评价分析。结果表明: (1) 该方法实现了异质决策单元的同质化, 有效降低了县域邮政组织在网络资源配置中的管理运行成本。(2) 该模型不但对简单网络资源配置效率评价有效, 对于复杂网络同样有效。同时该方法为相关资源配置效率的评价问题提供了新的思路。

## 关键词

灰色聚类, 邮政网络, 资源配置, DEA

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着邮政网络对我国电子商务发展的推动作用越来越明显, 邮政网络资源配置受到了人们更多的关注, 而邮政网络本身既不同于传统的物流网, 也不同于单一的信息网, 它是实物网、信息网以及金融网络的融合, 邮政网络这一特性就决定了对其研究不但需要借助以资源配置理论为理论, 同时还要借鉴网络信息资源配置的相关研究成果。

国内外学者在资源配置方面进行了大量研究, 产生了很多重要成果。国外方面, 约哈利(Ramesh Johari)将价格机制引入网络信息资源配置效用最大化的研究中[1]。瓦里安(Hal R. Varian)提出了信息供给呈现指数增长, 而信息消费则呈现线性增长的规律[2]。Moore. J. C.对不同资源配置策略进行比较, 追求信息资源配置成本最小化与效益最大化。布朗斯坦(Y. M. Braustain)和霍谷德(J. Hawgood)研究了网络拥堵对于网络资源配置效率的影响。Rodriguez. V 等探讨了网络信息资源配置模型。Lorcan Dempsy 提出了分布式国家电子信息资源等模型和方法。博克(David A. Burke)对不完全信息条件下的重复博弈模型进行修正, 将“福利信息”引入其中。约哈利引入博弈论的思想, 利用经济模型寻找制约网络信息资源配置效率损失的关键因素[3]。国内方面, 颜志军等(2002)提出了层次体系结构的系统资源配置动态模型, 并对建模过程进行了规范化, 使其能运用于复杂大系统的建模[4]。李晓红(2003)从网络环境下社科信息资源配置的原则、内容和层次等方面探讨了如何在网络环境下对社科信息资源进行合理的配置[5]。周晓光等(2004)建立了综合评价企业信息资源配置水平的指标体系, 采用层次分析法确定指标体系的权重, 使用模糊评价方法评价企业的信息资源配置水平[6]。徐彬荣(2007)提出“时间 - 空间 - 品种类型”三维一体的网络

信息资源有效配置模式[7]。胡文国等(2007)通过对我国不同性质的工业企业的资源配置效率进行实证比较分析,得出国有控股企业的资本和劳动配置效率偏低是资源配置效率不高的重要原因的结论[8]。郭明晶等(2008)根据各创新主体对信息资源的不同需求,制定了具体的信息资源配置战略目标,构建了面向国家创新的信息资源配置模型[9]。邵宜航等(2013)认为基础设施的完善是未来改进资源配置扭曲的主要方面,而要从根本上解决资源配置扭曲问题,市场机制,包括金融市场机制的完善才是治本之道[10]。龚关等(2013)提出以投入要素的边际产出价值的离散程度作为衡量资源配置效率的指标[11]。洪银兴(2014)认为市场对资源配置起决定性作用,而政府需承担完善市场机制建设的职能,既不能忽略政府职能,也不能放大到市场决定公共资源的配置[12]。杨光等(2015)发现生产率波动性和资本边际报酬差异之间的确存在稳定的正相关关系,认为经济的波动会导致资源配置的不合理[13]。曾倩等(2016)通过构建物流资源配置指标体系,从区县、地级市和增长极三个层面对物流资源配置进行了实证研究[14]。无论是对于资源配置理论的研究还是对于网络资源配置的研究,宏观成果较多,中观和微观成果较少;从技术角度研究较多,从社会和经济角度较少;定性研究较多,定量研究较少;成果较为分散,没有形成系统;多数成果是对于国外成果的应用,而结合我国国情的创新性成果较少。同时研究者们多数具备经济学、管理学、情报科学等背景,很自然地会将传统资源配置的研究转向网络信息资源配置的研究,而真正将传统资源与网络信息资源相结合的研究成果更是少之又少。而邮政网络兼具了传统资源和网络信息资源的特征,因此对邮政网络资源配置的研究,将填补这一空白。

本文首先从邮政网络的特性出发,对邮政网络资源进行了细分和描述,在此基础上建立了邮政网络资源配置效率的指标评价体系;为了解决传统 DEA 方法在邮政网络资源配置效率评价过程中存在的数据异质性问题,将灰色聚类方法引入其中,先对数据进行灰色定权聚类,然后利用 DEA 方法进行评价,建立了基于灰色聚类的改进 DEA 模型;最后利用所选地区县域邮政组织的网络资源相关数据,对模型进行了例证分析,证明了文中提出模型的科学性和有效性。

## 2. 邮政网络资源配置评价指标体系

### 2.1. 邮政网络资源

传统意义上的邮政网络主要是指基于物质转移过程的实物网络,随着社会需求的不断扩大和邮政行业的不断变革,邮政网络资源在内涵上业务发生了本质的变化。以实物传递的邮路为主要内容的传统邮政网络,逐步进化为信息网络、实物网络以及金融网络相融合的现代邮政网络。邮政网络资源主要从以下三个方面进行刻画:① 邮政实物网。邮政实物网传递要比普通物流网络延伸的更为广泛,它兼具物流网和快递网的双重功能。其有形表现为邮路、运输工具、分拣中心、集散中心等。② 邮政信息网。不同于传统物流理论中的信息流,邮政信息网资源不仅涵盖了物流系统信息和综合网信息,更重要的是将邮政电子商务平台信息也纳入邮政信息网资源的范畴。其有形表现为邮政网点的可视化终端、物流信息系统、综合网信息系统、邮乐网平台以及根植其中的“邮掌柜”客户端等。③ 邮政金融网。遍布全国的邮政金融网点,提供着各种金融服务和产品,是邮政网络不可或缺的重要组成部分。不难看出,邮政网络的本质已经发生变化,邮政网络已经从单一的实物网演变为复杂的综合网络。

### 2.2. 评价指标体系的分析与构建

网络资源的运作过程就是要通过资源的投入和对资源的利用,获取经济效益和社会效益,从而最终实现资源的产出。因此邮政网络资源的配置效率,体现为邮政资源的投入产出比例,通过对邮政网络资源投入产出比的分析,实现对配置效率的评价。根据邮政网络的含义及其特性,邮政网络资源可以分为三个大类:实物网络资源、信息网络资源和金融网络资源。该三类资源又可以细分为 12 个小类:邮路、

运输工具、分拣中心、投递队伍、营业网点、物流信息系统、综合网系统、电商平台系统、可视化终端、客户服务信息系统、金融产品和金融网点服务等。因此需要对现有的邮政网络资源进行分析，找出具有明显差异性和典型代表性的投入资源种类，具体现有邮政网络资源指标分析见表 1：

**Table 1.** Post network resource input analysis table

**表 1.** 邮政网络资源投入情况分析表

评价目标	资源大类	资源种类细分	指标分析	是否选取
邮政网络资源配置效率	实物网络	邮路数量	体现物质转移的可达性，具共享性	否
		运输工具数量	物质转移的载体，直接关联实物网的运转	是
		分拣转运中心	具备明显的主体共享性	否
		投递队伍人数	人员数量的配备，体现最后一公里的效率	是
		营业网点	网点数量与人员配备	是
	信息网络	物流系统	综合反映信息化水平的高低，同级主体之间的信息化应用存在较大差异，信息资源投入情况千差万别	是
		综合网		
		电商平台		
		可视化终端量		
		网络客服数量		
金融网络	金融产品数量	本身的共享性，主体使用不存在差异性	否	
	金融网点	网点的数量与人员数量	是	

从资源配置效率的角度，县域邮政网络资源的运作主体 DMU 在资源投入和产出方面，主要涉及 4 个投入指标和 2 个产出指标。投入指标包括人员投入、设备投入、网点数量和信息化水平，产出指标主要包括经济效益和社会效益。关于投入指标中，人员投入包括各运作主体的投递人员投入数量、营业网点人员数量和金融网点人员数量，设备投入主要指各运作主体运输设备的投入，网点数量是指各运作主体的营业网点数量和金融网点数量的总和，信息化水平则代表了信息化中的软硬件资金投入。关于产出指标中，经济效益是指在市场经济条件下，邮政在各项业务的经营中取得的收益，可以用邮政各项业务收入的综合来考量。同时邮政又承担了普遍服务的义务，在追求经济效益的同时，更要为社会提供便利的通信服务，即社会效益。可以通过社会对邮政服务的满意度水平来考量，具体可以用邮政网点的覆盖率为衡量邮政为社会提供服务的便捷程度，进而反映邮政网络服务的社会满意度。通过对邮政网络资源的投入与产出情况的分析，可以设计出各运作主体的投入产出指标，具体见表 2。

**Table 2.** Design of input-output indicators for operating subjects

**表 2.** 各运作主体投入产出指标设计

指标主体	投入指标: ( $x_1$ )	投入指标: ( $x_2$ )	投入指标: ( $x_3$ )	投入指标: ( $x_4$ )	产出指标: ( $y_1$ )	产出指标: ( $y_2$ )
DMU	人员数量总和	车辆数量总和	网点数量总和	信息化资金投入	业务收入总和	网点覆盖率

表 2 给出了系统的投入和产出指标，下面对各项指标的含义和计算方式做进一步的阐释。评价主体 DMU 代表县域邮政组织；投入指标  $x_1$  为邮政各类人员的数量总和；投入指标  $x_2$  可以用县域组织所有投入生产的运输工具数量的总和来计算；投入指标  $x_3$  是指县域邮政组织所辖的邮政营业网点和金融网点的数量总和；投入指标  $x_4$  是指与信息相关的资金投入，包括软件投入和硬件投入；产出指标  $y_1$  是指县域组织各项业务的收入之和；产出指标  $y_2$  是指网点的覆盖率，可以用网点数量与区域内人口数量的比值来计

算。由于所设计指标的单位对 DEA 方法中的评价不存在影响，因此无需进行归一化处理。

### 3. 基于灰色聚类的改进 DEA 模型

作为一个多投入、多产出的社会资源运作系统，在邮政网络资源配置效率的评价中，将县域邮政组织作为效率评价的主体，即决策单元 DMU。虽然邮政县域组织具有高度的同质性，包括相似的社会生产环境、相同的业务种类、相似的服务水平、相同的输入输出类型与数量等，但是由于区域经济发展的不平衡性和人口分布的不均匀性，导致县域邮政组织在规模上存在较大的差异性，也即数据的输入输出具有异质性，因此采用灰色聚类的方法以降低数据的异质性，然后利用 DEA 方法的 CCR 模型进行评价。

#### 3.1. 灰色聚类原理

除了一些众所周知的英文缩写，如 IP、CPU、FDA，所有的英文缩写在文中第一次出现时都应该给出其全称。文章标题中尽量避免使用生僻的英文缩写。

假设有  $n$  个观测对象，每个观测对象的特征向量由  $m$  个数据构成。可以得到如下序列：

$$\begin{aligned} X_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)) \\ X_2 &= (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(n)) \\ &\vdots \\ X_m &= (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n)) \end{aligned}$$

对所有的  $i \leq j, i, j = 1, 2, \dots, m$ ，计算出  $X_i$  与  $X_j$  的灰色绝对关联度  $\varepsilon_{ij}$ ，得到上三角矩阵：

$$A = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \cdots & \varepsilon_{1m} \\ & \varepsilon_{22} & \cdots & \varepsilon_{2m} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \varepsilon_{mm} \end{bmatrix}$$

其中， $\varepsilon_{ii} = 1 (i = 1, 2, \dots, m)$ 。矩阵  $A$  称为特征变量关联矩阵，取临界值  $r \in [0, 1]$ ，一般要求  $r > 0.5$ ，当  $\varepsilon_{ij} \geq r (i \neq j)$  时，则认为  $X_j$  与  $X_i$  为同类特征，一般将特征变量在临界值  $r$  下的分类称为特征变量的  $r$  灰色关联聚类。其中， $r$  可以根据实际问题的需要来确定， $r$  越接近于 1，分类越精细，每一类组中的变量数相对也越少； $r$  越小，分类越粗糙，每一类组中的变量数相对也越多[15]。

灰色绝对关联度是根据两时间序列在在对于各时段上曲线斜率的接近程度来判定其曲线的接近程度。灰色绝对关联度的计算过程如下。

假设  $X_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$  为参考序列， $X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$  为系统的行为序列，分别进行初值化，使各数列之间具有可比性：

$$Y_0 = \left\{ \frac{x_0(k)}{x_0(1)} \right\} = \{y_0(k)\}, \quad Y_i = \left\{ \frac{x_i(k)}{x_i(1)} \right\} = \{y_i(k)\}$$

对新序列进行一次一阶微分计算，得到曲线在各时点的斜率：

$$\partial_0(k+1) = y_0(k+1) - y_0(k), \quad \partial_i(k+1) = y_i(k+1) - y_i(k), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

则各时点的关联系数为： $\xi_i(k+1) = \frac{1}{1 + |\partial_0(k+1) - \partial_i(k+1)|}$ ， $i = 1, 2, \dots, m$

最后计算灰色绝对关联度为： $r_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n-1} \xi_i(k+1)$ ， $i = 1, 2, \dots, m$



灰色绝对关联度只与  $X_i$ 、 $X_j$  的几何形状有关，而与其空间相对位置无关。因此数列之间的距离可以在  $|\partial_0(k+1) - \partial_i(k+1)|$  中进行消除。故而可以简化数据的范围，恰好适用于与起始点无关的灰色聚类评估。

将邮政网络资源配置效率的评价对象，聚焦到县域邮政组织层面，决策单元 DMU 的数量较多，样本差异性较大，以所选地区为例，其所辖的 18 个县域邮政组织，无论从规模还是网络服务能力都参差不齐。利用上述灰色聚类方法对所有的评价单元(DMU)进行聚类，既消除了每一个类别内部数据的异质性，又提高了每个类别内部的 DEA 评价效率的可靠性，同时又可以反映出类别之间的客观差别，很好解决了输入输出数据的尺度差异性问题。

由于各决策单元指标的意义、量纲不同，而且当各决策单元的指标在数量上存在较大差距时，虽然量纲的差异对 DEA 方法不会有实质性影响，但是之前的灰色变权聚类可能导致某些指标参与聚类的作用得到弱化。因此可以通过事先对各聚类指标进行赋权，即利用定权聚类的方式来解决这一问题。

### 3.2. DEA 包络分析法

DEA 方法以相对效率概念为基础，以凸分析和线性规划为工具的一种评价方法，应用数学规划模型计算比较决策单元之间的相对效率，对评价对象做出评价，它能充分考虑对于决策单元本身最优的投入产出方案，因而能够更理想地反映评价对象自身的信息和特点；同时对于评价复杂系统的多投入多产出分析具有独到之处[16]。

如以第  $j_0$  个决策单元的效率指数为目标，以所有决策单元的效率指数为约束，就构造了如下的 CCR 的基本模型：

$$\left\{ \begin{array}{l} \max h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \\ \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ u \geq 0, v \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^+ = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^- = \theta y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \theta \text{ 无约束}, s^+ \geq 0, s^- \leq 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

其中  $x_{ij} > 0$  表示第  $j$  个决策单元对第  $i$  种类型输入的投入总量； $y_{rj} > 0$  表示第  $j$  个决策单元对第  $r$  种类型输出的产出总量； $v_i$  为权系数表示对第  $i$  种类型输入的一种度量； $u_r$  为权系数表示对第  $r$  种类型输出的一种度量， $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ； $r = 1, 2, 3, \dots, s$ ； $j = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

如果对上述模型做适当的变换，同时为了讨论和计算应用方便，进一步引入松弛变量  $s^+$  和剩余变量  $s^-$ ，将上面的不等式约束变为等式约束，模型(1)可变换为模型(2)。

可以运用模型(2)判定是否同时技术有效和规模有效：(1)  $\theta^* = 1$ ，且  $s^{*+} = 0$ ， $s^{*-} = 0$ 。则决策单元  $j_0$

为 DEA 有效, 决策单元的经济活动同时为技术有效和规模有效。(2)  $\theta^* = 1$ , 但至少某个输入或者输出大于 0, 则决策单元  $j_0$  为弱 DEA 有效, 决策单元的经济活动不是同时为技术和规模有效。(3)  $\theta^* < 1$ , 决策单元  $j_0$  非 DEA 有效, 经济活动既不是技术有效, 也不是规模有效。

### 3.3. 基于灰色聚类的 DEA 模型

通过对邮政网络资源异质性问题分析, 为使其效率评价更加接近真实生产情况, 提出了一种基于灰色聚类的 DEA 评价模型, 该模型实现了对异质性决策单元(DMU)同质化, 使得前沿面更加真实的反映现实。

该模型首先利用灰色聚类算法, 将具有同质性的决策单元(DMU)区分开来, 然后分别对每个聚类中的同质性决策单元(DMU)进行 DEA 效率评价, 再选取各个聚类的中心点, 将其作为同质性的虚拟决策单元(DMU), 并利用 DEA 模型进行求解。此时原有的决策单元的效率评价都可以通过其所在各聚类中的同质性评价到该类中心点的投影来计算。因此该模型中各决策单元(DMU)的效率由聚类中心点和其在聚类中的评价效率共同决定。故而该模型既能体现聚类决策单元的同质性, 又能体现各类决策单元效率的相对性, 还能避免决策单元的异质性带来的负面效应。模型框架见图 1。

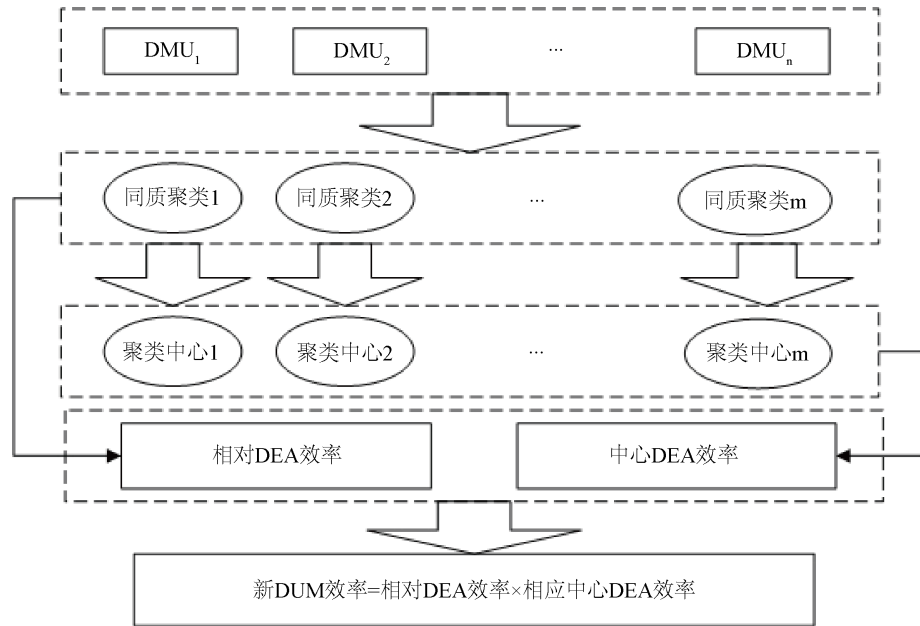


Figure 1. DEA model framework based on grey clustering  
图 1. 基于灰色聚类的 DEA 模型框架

该模型的具体步骤如下:

- 1) 利用灰色聚类算法对所有决策单元进行聚类;
- 2) 根据聚类结果形成的具有同质性的决策单元类, 分别利用 EDA 模型进行计算, 求得各个决策单元在所属同质类别中的相对效率;
- 3) 利用重心公式  $\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_k$  求出各个同质类的中心点, 也即虚拟中心决策单元。
- 4) 利用 DEA 模型求出各虚拟中心决策单元(DMU)的效率。
- 5) 各聚类中同质决策单元到虚拟中心点的投影效率, 即为本模型所求效率。

通过上述模型可以对所选各邮政组织的网络资源配置效率进行综合评价，尤其是邮政网络资源具备多元化特征，是一个典型的多输入和多输出系统。邮政资源的多元化又决定了各决策单元输入输出指标的量纲存在较大差异，而本模型并不直接对数据进行综合，而是采用灰色定权聚类的方法消除了量纲的差异性影响，因此决策单元的最优效率指标与输入输出指标的量的量纲无关，因此不需要对输入输出数据进行无量纲化处理。

#### 4. 算例研究

根据上文中对邮政网络资源评价指标体系的分析，对本文提出的模型原理分别以简单实物网络的两输入单输出和邮政网络的四输入两输出为例进行分析，以期通过算例分析来验证方法的有效性。

##### 4.1. 数据采集

所选地区的 18 个县域邮政组织为例进行数据样本的采集，作为 18 个带有异质性的决策单元(DMU)，其中  $x_1, x_2, x_3, x_4$  表示输入，分别代表了 18 个县域邮政组织的人员数量总和、车辆数量总和、网点数量总和以及信息化资金投入。 $y_1, y_2$  表示输出，分别代表了各单位的业务收入和网点覆盖率，具体见表 3。

**Table 3.** Selection of input and output data for 18 decision-making units  
**表 3.** 选取 18 个决策单元(DMU)的输入输出数据

DMU	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$
1	79	20	4	400	750	0.1739
2	89	18	6	600	800	0.1875
3	234	32	12	1000	1200	0.2927
4	186	28	10	800	860	0.2273
5	98	15	5	500	630	0.1515
6	223	30	13	1050	1400	0.3333
7	85	14	5	600	710	0.2778
8	321	44	18	1500	2100	0.3750
9	156	25	8	950	1450	0.2222
10	270	33	14	1080	1850	0.2745
11	177	26	10	880	985	0.2941
12	122	20	5	700	850	0.2000
13	208	31	8	1200	2050	0.1951
14	179	24	7	960	1230	0.1400
15	305	45	16	1800	2340	0.2581
16	317	42	20	1300	1980	0.3636
17	111	22	6	400	560	0.2609
18	165	27	6	740	720	0.1875



## 4.2. 模型应用分析

为了更好的分析提出方法的效果，以邮政网络为例，将邮政实物网络作为简单网络，将邮政网络作为复杂网络，利用传统 DEA 方法和基于灰色聚类的 DEA 方法对两种网络的资源配置效率评价进行对比分析，来验证所提出方法的科学性和有效性。

### 4.2.1. 简单网络下的模型分析

邮政实物网络作为一种简单网络，可以将原始数据中 18 个县域邮政组织的人员数量总和、车辆数量总和作为输入数据，将网点覆盖率作为输出数据，建立该网络的投入产出评价系统。

**Table 4.** Input and output data of simple networks

**表 4.** 简单网络的输入输出数据

DMU	$x_1$	$x_2$	$y$	DMU	$x_1$	$x_2$	$y$
1	79	20	0.1739	10	270	33	0.2745
2	89	18	0.1875	11	177	26	0.2941
3	234	32	0.2927	12	122	20	0.2000
4	186	28	0.2273	13	208	31	0.1951
5	98	15	0.1515	14	179	24	0.1400
6	223	30	0.3333	15	305	45	0.2581
7	85	14	0.2778	16	317	42	0.3636
8	321	44	0.3750	17	111	22	0.2609
9	156	25	0.2222	18	165	27	0.1875

利用灰色聚类算法对表 4 中数据进行灰色定权聚类，得到聚类结果见表 5，从聚类结果看，将简单实物网络的 18 个决策单元划分为 4 个聚类。其中第一聚类包含第 1、2、5、7 和第 17 决策单元，第二聚类包含第 3、6、10 和第 13 决策单元，第三聚类包含第 4、9、11、12 和第 14 决策单元，第四聚类包含第 8、15 和第 16 决策单元。

**Table 5.** Grey fixed weight clustering results of simple networks

**表 5.** 简单网络的灰色定权聚类结果

聚类中心	DMU	$x_1$	$x_2$	$y$	聚类中心	DMU	$x_1$	$x_2$	$y$
	1	79	20	0.1739	4	186	28	0.2273	
	2	89	18	0.1875	9	156	25	0.2222	
1	5	98	15	0.1515	11	177	26	0.2941	
	7	85	14	0.2778	3	12	122	20	0.2000
	17	111	22	0.2609	14	179	24	0.1400	
	3	234	32	0.2927	18	165	27	0.1875	
	6	223	30	0.3333	8	321	44	0.3750	
2	10	270	33	0.2745	4	15	305	45	0.2581
	13	208	31	0.1951	16	317	42	0.3636	

根据实物网络灰色聚类结果, 计算各聚类的中心点, 也即求出各个聚类的虚拟中心决策单元, 运用重心计算公式很容易计算得到中心点的输入输出数据。从聚类中心数据看, 各个类之间的差异较为明显, 因此聚类特征显著, 很好的消除了聚类内部数据的异质性, 同时又体现了聚类之间的差异性, 如表 6 所示。

**Table 6.** Input and output data of simple network clustering center

**表 6.** 简单网络聚类中心输入输出数据

聚类中心	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{y}$
1	92.40	17.80	0.2103
2	233.75	31.50	0.2739
3	164.17	25.00	0.2119
4	314.33	43.67	0.3322

利用 DEA 方法中的 CCR 模型, 可以求得实物网络 18 个决策单元(DMU)的效率  $T_e$ , 根据 3.3 中步骤, 对实物网络灰色聚类后的四个聚类采用 DEA 的 CCR 模型分别进行计算得到各个决策单元的效率  $T_g$ , 利用相同方法对聚类中心求得其效率  $T_c$ , 最后经过改进 DEA 方法计算得到各决策单元最终的效率  $T = T_g \times T_c$ , 计算结果见表 7。

**Table 7.** Calculation results of EDA model based on grey clustering for simple networks

**表 7.** 简单网络基于灰色聚类的 EDA 模型计算结果

DMU	$T_e$	$T_g$	$T_c$	$T$	DMU	$T_e$	$T_g$	$T_c$	$T$
1	0.674	0.674	1.000	0.674	10	0.419	0.749	0.736	0.551
2	0.645	0.645	1.000	0.645	11	0.570	1.000	0.717	0.717
3	0.461	0.837	0.736	0.616	12	0.504	0.987	0.717	0.708
4	0.409	0.735	0.717	0.527	13	0.317	0.628	0.736	0.462
5	0.509	0.509	1.000	0.509	14	0.294	0.516	0.717	0.370
6	0.560	1.000	0.736	0.736	15	0.289	0.724	0.644	0.466
7	1.000	1.000	1.000	1.000	16	0.436	1.000	0.644	0.644
8	0.430	1.000	0.644	0.644	17	0.719	0.719	1.000	0.719
9	0.448	0.857	0.717	0.614	18	0.350	0.684	0.717	0.490

从表 7 数据可以看出, 传统 DEA 方法中综合评价效率达到 1 的决策单元有 1 个, 为第 7 决策单元, 综合评价效率介于 0.8 和 1 之间的决策单元有 0 个, 介于 0.5 和 0.8 之间的决策单元有 7 个, 分别为第 1、2、5、6、11、12 和第 17 决策单元, 低于 0.5 的决策单元达到 10 个, 分别为第 3、4、8、9、10、13、14、15、16 和第 18 决策单元。基于灰色聚类的 DEA 方法中综合评价效率达到 1 的决策单元有 1 个, 为第 7 决策单元, 综合评价效率介于 0.8 和 1 之间的决策单元有 0 个, 这两项数据与传统 DEA 方法中相应数量持平, 介于 0.5 和 0.8 之间的决策单元多达 13 个, 分别为第 1、2、3、4、5、6、8、9、10、11、12、

16 和第 17 决策单元, 数量远远高于传统 DEA 方法中的数量, 低于 0.5 的决策单元仅有 4 个, 分别为第 13、14、15 和第 18 决策单元, 且数量远少于传统 DEA 中相应数量。容易发现, 两种方法除了第 7 决策单元的综合评价效率都达到了 1 之外, 其余决策单元的综合评价效率在改进的 DEA 方法下较传统 DEA 方法都有所提高, 说明在简单网络(实物网)下, 灰色聚类对差异较小的数据进行了同质化, 使得资源配置差异不大的决策单元有了趋同的趋势。

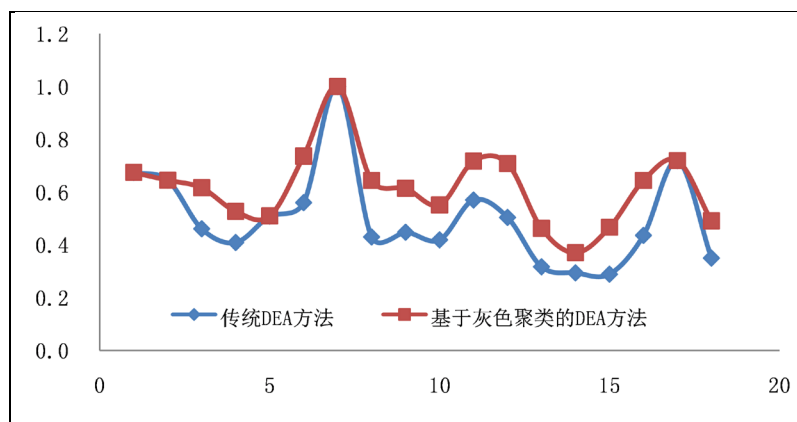


Figure 2. Efficiency comparison between traditional DEA method and improved DEA method in simple networks

图 2. 简单网络下传统 DEA 方法与改进 DEA 方法的效率对比

从图 2 可以看出, 首先, 两条曲线的走向趋势没有变化, 说明改进的 DEA 方法并没有改变原问题的数据结构和内在关系; 其次, 基于灰色聚类的 DEA 曲线明显高于传统 DEA 曲线, 说明改进 DEA 综合评价效率要高于传统 DEA 方法。第三, 在改进 DEA 方法下, 聚类与聚类之间、同类决策单元内部的效率差有所减小, 这说明改进的 DEA 方法大大降低了异质数据之间的差异性, 减少了县域邮政网络组织对网络资源配置方案的需求数量, 降低了企业管理运行成本。

#### 4.2.2. 复杂网络下的模型应用分析

将原始数据根据步骤 1 中灰色聚类算法, 计算得到具有同质性的决策单元(DMU)类别。在聚类过程中采用了定权聚类的方法, 克服了各决策单元指标因意义、量纲、数值存在差异而导致的聚类不准确的影响。从聚类结果可以看, 同样邮政网络的 18 个决策单元被划分为 4 个聚类, 其中第一聚类包含第 1、5、17、18 决策单元, 第二聚类包含第 2、4、7、11、12 决策单元, 第三聚类包含第 3、6、9、10、14 决策单元, 第四聚类包含第 8、13、15、16 决策单元。从各个聚类内部数据本身看, 数据分布较为均匀, 聚类结果合理。具体聚类结果见表 8。

根据邮政网络灰色聚类结果, 计算各个类的中心点, 也即求出各个聚类的虚拟中心决策单元, 运用重心计算公式很容易计算得到中心点的输入输出数据。从聚类中心数据看, 各个类之间的差异较为明显, 因此聚类特征显著, 很好的消除了聚类内部数据的异质性, 同时又体现了聚类之间的差异性。如表 9 所示。

利用 DEA 的 CCR 模型, 可以求得邮政网络 18 个决策单元(DMU)的效率  $T_e$ , 根据 3.3 中步骤, 对邮政网络灰色聚类后的四个聚类采用 DEA 的 CCR 模型分别进行计算得到各个决策单元的效率  $T_g$ , 利用相同方法对聚类中心求得效率  $T_c$ , 最后经过改进 DEA 方法计算得到各决策单元最终的效率  $T = T_g \times T_c$ 。计算结果见表 10。

**Table 8.** Grey fixed weight clustering results for complex network (postal network)  
**表 8.** 复杂网络(邮政网)灰色定权聚类结果

聚类	DMU	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_1$
1	1	79	20	4	400	750	0.1739
	5	98	15	5	500	630	0.1515
	17	111	22	6	400	560	0.2609
	18	165	27	6	740	720	0.1875
2	2	89	18	6	600	800	0.1875
	4	186	28	10	800	860	0.2273
	7	85	14	5	600	710	0.2778
	11	177	26	10	880	985	0.2941
3	12	122	20	5	700	850	0.2000
	6	223	30	13	1050	1400	0.3333
	3	234	32	12	1000	1200	0.2927
	9	156	25	8	950	1450	0.2222
4	10	270	33	14	1080	1850	0.2745
	14	179	24	7	960	1230	0.1400
	8	321	44	18	1500	2100	0.3750
	13	208	31	8	1200	2050	0.1951
	15	305	45	16	1800	2340	0.2581
	16	317	42	20	1300	1980	0.3636

**Table 9.** Input and output data of complex network (postal network) clustering center  
**表 9.** 复杂网络(邮政网)聚类中心输入输出数据

聚类中心	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_1$
1	113.25	21	5.25	510	665	0.1934
2	131.8	21.2	7.2	716	841	0.2373
3	212.4	28.8	10.8	1008	1426	0.2525
4	287.75	40.5	15.5	1450	2117.5	0.2980

**Table 10.** EDA model calculation results of complex network (postal network) based on grey clustering  
**表 10.** 复杂网络(邮政网)基于灰色聚类的 EDA 模型计算结果

DMU	$T_e$	$T_g$	$T_c$	$T$	DMU	$T_e$	$T_g$	$T_c$	$T$
1	1.000	1.000	1.000	1.000	10	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.969	1.000	1.000	1.000	11	0.796	0.821	1.000	0.821
3	0.779	0.958	1.000	0.958	12	0.915	1.000	1.000	1.000
4	0.692	0.819	1.000	0.819	13	1.000	1.000	1.000	1.000
5	0.834	1.000	1.000	1.000	14	0.790	0.897	1.000	0.897
6	0.893	1.000	1.000	1.000	15	0.799	0.909	1.000	0.909
7	1.000	1.000	1.000	1.000	16	0.914	1.000	1.000	1.000
8	0.866	1.000	1.000	1.000	17	1.000	1.000	1.000	1.000
9	0.973	1.000	1.000	1.000	18	0.677	0.815	1.000	0.815

从表 10 数据可以看出, 传统 DEA 方法中综合评价效率达到 1 的决策单元有 5 个, 分别为第 1、7、10、13、和第 17 决策单元, 综合评价效率介于 0.8 和 1 之间的决策单元有 7 个, 分别为第 2、5、6、8、9、12 和第 16 决策单元, 低于 0.8 的决策单元有 5 个, 分别为第 3、11、14、15 和第 18 决策单元。基于灰色聚类的 DEA 方法中综合评价效率达到 1 的决策单元有 12 个, 分别为第 1、2、5、6、7、8、9、10、12、13、16 和第 17 决策单元, 明显高于传统 DEA 方法中相应数量, 综合评价效率介于 0.8 和 1 之间的决策单元有 4 个, 分别为第 3、11、14 和第 15 决策单元, 且数量少于传统 DEA 中相应数量, 而低于 0.8 的决策单元仅有 2 个, 为第 4 和第 18 决策单元。容易发现, 除了在传统 DEA 方法中综合效率达到 1 的决策单元外, 改进的 DEA 方法中其余决策单元的综合评价效率较传统 DEA 方法都有所提高, 说明聚类对差异较小的数据进行了同质化, 使得资源配置差异不大的决策单元有进一步趋同的趋势, 带来的好处就是避免了增加无谓的资源配置方案, 尤其是对于数量众多的县域邮政组织来说, 有效降低了邮政网络资源的管理运行成本。

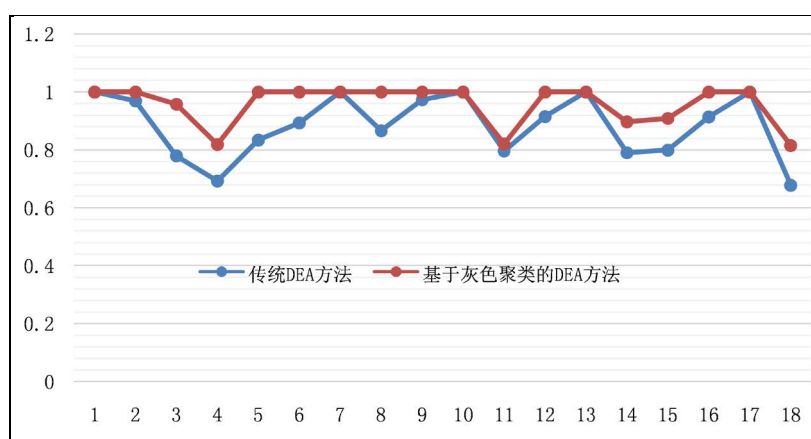


Figure 3. Efficiency comparison between traditional DEA method and improved DEA method in complex network (postal network)

图 3. 复杂网络(邮政网)下传统 DEA 方法与改进 DEA 方法的效率对比

从图 3 可以看出, 利用基于灰色聚类的 DEA 方法求得的决策单元的效率曲线要比传统 DEA 方法计算的决策单元效率曲线平滑, 而且拐点数量明显减少。这说明基于灰色聚类的 DEA 方法很好降低了各个决策单元之间的数据异质性, 消除了县域组织规模差异性带来的负面影响, 使得评价效率更加接近生产实际。同时对于评价效率差异较小的邮政县域组织, 看采用同种资源配置方案, 以降低管理运行成本。

该部分利用所选地区的 18 个县域邮政组织的网络资源配置数据, 在简单网络和复杂网络两种环境下, 对文中提出的基于灰色聚类的 DEA 模型进行了验证, 实验结果表明在邮政网络资源效率的评价方面, 本文提出的方法较传统的 DEA 方法不但提高了效率评价水平, 而且降低了企业管理运行成本, 评价结果对行业发展具有较高的应用价值。

## 5. 结论

经济的发展和技术的进步, 使得邮政网络的本质已经发生了变化, 传统的物质传递已经不足以满足社会经济发展的需求。邮政网络资源配置问题不仅关系着邮政行业本身的发展, 同时又与社会经济发展密切相关。本文对邮政网络资源配置效率的评价问题进行了深入研究, 首先对邮政网络资源进行了深入剖析, 从资源配置效率的视角对邮政网络资源进行了刻画, 建立了邮政网络资源配置测评指标体系, 分析了各指标的投入产出表征形式, 对认识邮政网络的本质提供了理论依据。提出了基于灰色聚类和 DEA



的资源配置效率的评价模型。以邮政网络为研究对象,通过该模型在简单网络和复杂网络中的应用分析,得出以下结论:

1) 通过对邮政实物网络和邮政综合网络的对比分析,不难发现,基于灰色聚类的 DEA 方法不仅对复杂网络资源配置效率的评价问题有效,对简单网络同样有效。说明改进的 DEA 方法在效率评价方面全面优于传统 DEA 方法。该方法不仅对邮政网络资源配置效率的评价问题有效,同样可以应用于与邮政网络相似的其他网络效率的评价问题,比如速递物流网络、电信网络等。这就为网络资源配置的效率评价问题,提供了新的方法和思路。

2) 从企业管理的角度看,基于灰色聚类的 DEA 方法,在保持决策单元整体态势不发生变化的情况下,通过对聚类数据的同质化处理,降低了相似(同类)决策单元之间的差异,从而减少了不必要的邮政组织网络资源配置方案,大大降低了企业的管理运行成本。

3) 邮政网络是一种不同于简单网络的复杂网络。邮政网络已经从古老的实物传递网络逐步演化为集实物、信息、金融为一体的现代综合性网络,无论从其功能还是表现形式上看,邮政网络已经发生质变。

4) 当然文中虽对县域邮政网络资源配置效率做出了评价,但并没有从技术效益和规模效益角度对邮政网络资源的投入冗余和产出不足等进行深入分析。因此未来对邮政网络资源配置的研究,除了考虑邮政网络资源配置的综合效率之外,需要进一步改进现有的模型,从资源配置优化的视角来研究如何提高优质网络资源配置的效率。

## 基金项目

河北省高等学校人文社会科学研究项目“乡村振兴战略下农民信息需求的实证研究”(项目编号:SZ19082)。

## 参考文献

- [1] 查先进,陈明红. 基于 DEA 的我国网络信息资源配置效率评价[J]. 图书情报工作, 2009, 53(9): 16-20.
- [2] 夏皮罗,瓦里安. 信息规则——网络经济的策略指导[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2000.
- [3] 梁平,陈红勤. 网络信息资源理论与实践研究[M]. 北京:中国书籍出版社, 2015.
- [4] 颜志军,甘月初. 基于 CPN 的信息系统资源配置动态模的建立[J]. 管理科学学报, 2002, 5(1): 76-84.
- [5] 李晓红. 网络环境下的社科信息资源配置初探[J]. 图书馆杂志, 2003(2): 16-19.
- [6] 周晓光,朱蓉. 企业信息资源配置的模糊综合评价[J]. 模糊系统与数学, 2004, 18(3): 121-126.
- [7] 徐彬荣. 网络信息资源有效配置[J]. 图书情报工作, 2007, 51(11): 43-45.
- [8] 胡文国,吴栋. 资源配置效率指标体系的构建及我国不同性质工业企业资源配置效率的比较分析[J]. 当代经济科学, 2007, 29(3): 7-13.
- [9] 郭明晶,赵杨. 面向国家创新的信息资源配置目标控制与模型构建[J]. 情报理论与实践, 2008, 20(6): 93-97.
- [10] 邵宜航,步晓宁,张天华. 资源配置扭曲与中国工业全要素生产率——基于工业企业数据库再测算[J]. 中国工业经济, 2013(12): 39-51.
- [11] 龚关,胡关亮. 中国制造业资源配置效率与全要素生产率[J]. 经济研究, 2013(4): 4-15.
- [12] 洪银兴. 关于市场决定资源配置和更好发挥政府作用的理论说明[J]. 经济理论与经济管理, 2014, 34(10): 5-13.
- [13] 杨光,孙浦阳,龚刚. 经济波动、成本约束与资源配置[J]. 经济研究, 2015(2): 47-60.
- [14] 曾倩,张锦,陈义友. 区域物流资源配置的公平性与影响因素——以四川省为例[J]. 中国流通经济, 2016, 30(10): 31-37.
- [15] 靳艳峰,李钢. 基于灰色聚类分析的京津冀城市群层级划分研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2015, 17(6): 70-76.
- [16] 魏权龄. 数据包络分析(DEA) [M]. 北京:科学出版社, 2017.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网首页：<http://cnki.net>，点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”，跳转至：<http://scholar.cnki.net/new>，搜索框内直接输入文章标题，即可查询；  
或点击“高级检索”，下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7311，即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net>顶部“旧版入口”进入知网旧版：<http://www.cnki.net/old/>，左侧选择“国际文献总库”进入，搜索框直接输入文章标题，即可查询。

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[mm@hanspub.org](mailto:mm@hanspub.org)