

The Research of Public Finance Investment Efficiency Valuation about Local Government Based on Entropy Weight and Gray Theory

Taitian Mao¹, Hanye Xia²

1. Public Management School of Xiangtan University, Xiangtan, China

2. Public Management School of Xiangtan University, Xiangtan, China

E-mail: iaiafang@yeah.net, summer135@126.com

Abstract: With the universality of personal tax and the raising consciousness of public participation in public affairs, people pay more and more attention to the use of public fiscal expenditure, especially can't endure the behavior of waste and low using performance of government public financial resources, and ask the government to enhance the transparency of the expenditure on public finance and improve efficiency in the use of public financial resources. By using the combining method of entropy and gray theory to quantitatively evaluate the investment performance of local government public finance, and with full consideration of the "grey" characteristics of the factors themselves and their mutual relations and the importance of different appraisal target, the paper constructs a workable evaluation model, which has certain theoretical significance and practical application value for the evaluation of the investment performance of local government public financial resources.

Keywords: public finance; efficiency valuation; entropy weight; gray situation

基于熵权和灰色理论的地方政府公共财政投资绩效评价研究

毛太田¹, 夏涵叶²

1. 湘潭大学公共管理学院, 湘潭, 中国, 411105

2. 湘潭大学公共管理学院, 湘潭, 中国, 411105

Email: maotaitian@xtu.edu.cn, summer135@126.com

摘要: 随着个人纳税的普遍化和公众参与公共事务意识的增强, 人们越来越关注公共财政支出的使用效果, 尤其不能容忍政府公共财政资源的浪费和使用绩效低下的行为, 要求政府提高对公共财政支出的透明度, 提高公共财政资源的使用效率。运用熵权和灰色理论相结合的方法来定量评价地方政府公共财政的投资绩效, 充分考虑到了评价因素本身及其相互之间关系的“灰色性”特征和不同评价指标的重要性, 构建了一个可操作的评价模型, 对于评价地方政府公共财政资源的投资绩效具有一定的理论意义和实际应用价值。

关键词: 公共财政; 绩效评价; 熵权; 灰色局势

1 引言

地方政府公共财政投资活动是政府配置资源和实施宏观调控的主要手段, 对于弥补市场失灵、保证社

会资源配置的优化以及促进地方经济发展、改善社会民众的生产生活环境、提高生活水平等各个方面都发挥着重要的作用^[1], 各级地方政府部门对于如何合理利用有限的财政资源也都非常重视, 期望以最小的财政投资获得最大的社会产出效率。

在传统计划经济体制下, 政府部门是社会资源配置的主体, 财政作为国家主体的分配, 必然在社会资源配置中居于主导地位, 政府财政的职能范围包括了

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目“和谐社会背景下地方政府公共财政支出绩效评价研究”(编号: 09YJC630193)和湘潭市情对策与应用研究课题“两型社会建设中湘潭市公共事业项目决策机制模式创新与绩效评价研究”(立项批准文号: 潭社科研[2010]1号)资助。

生产、投资和消费等领域；在市场经济体制下，社会资源的主要配置者是市场而不是政府，随着政府职能的转变，财政对资源的配置转变到主要为全社会提供必要的公共产品和公共服务，为市场配置资源作用的发挥创造良好的外部条件，改变过去那种排斥市场、替代市场、政府配置大包大揽的财政管理和财政运行模式^[2]。在全面建设小康社会、完善社会主义市场经济体制的新形势下，各级地方政府纷纷推出了改革行政管理体制、加快政府职能转变步伐、建设绩效政府的管理创新措施。各级地方政府部门用有限的财政资源投入，最大限度地为社会提供公共产品和公共服务，尽量让人们休养生息，既推进了服务型政府的建设，提升了政府的执政形象，又使得有限的地方政府公共财政资源效用最大化，与国家建设资源节约型和环境友好型社会的宏观发展思路相吻合。

但目前对地方政府公共财政投资活动的绩效进行评价还没有统一和公认的研究方法和评价模型，国内关于这一领域的研究还处于起步和探索阶段。事实上，我们知道，地方政府公共投资与区域经济系统各因素之间的相互关系非常复杂，评价对象的成本和收益一般无法完全用一些量化的指标进行衡量，在信息不完全的情况下这些因素本身及相互之间的关系均表现为“灰色性”，无法按照常规的方法对公共财政投资绩效进行准确评价。本文充分注意到评价因素本身及其相互之间关系的“灰色性”特征，采用熵权与灰色局势相结合的评价方法，构建了地方政府公共财政投资的绩效评价模型。

2 评价模型所需的理论基础

2.1 熵和熵权

“熵”是一个热力学概念，最早由德国物理学家克劳修斯提出，它描述了分子运动的无序运动程度和混乱程度，在信息论中熵表示信息源的信号的不确定性。1948年Shannon引入了一个函数作为随机试验中熵的度量，根据该函数，评价指标的熵可定义如下^[3]：

在有 n 个评价指标， m 个被评价对象的评价问题中，第 j 个评价指标的熵为 H_j ，则有：

$$H_j = -k \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij}, (j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

上式中， $f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$ ， $x_{ij} \in X$ ， X 为标准化

矩阵。

评价指标的熵权 w_j 可定义为：

$$w_j = \frac{1 - H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j} \quad (2)$$

2.2 灰色理论

灰色理论认为，在客观世界中，许多系统既不是“白色系统”（即系统中的信息确定、数据完整），也不是“黑色系统”（即系统中的信息很不确定，数据很少），而是“灰色系统”（系统中的信息和数据部分确定，部分不确定）^[4]。地方政府公共投资与区域经济系统具有信息不完全、数据少、系统行为不确定的本质特征，是一个灰色系统。而且，在对地方政府公共财政投资进行绩效评价时，除了要考虑投资规模外，更多地是要考虑与投资主体相关的社会经济发展水平和区域经济环境因素等，灰色理论中的灰色局势理论，较好地描述了评价系统中的这些灰色关系，已广泛渗透到社会和自然科学各个领域并取得了较好的应用效果，因此，应用灰色系统理论和方法对地方政府公共财政投资进行绩效评价是可行的。

将需要研究、解决的问题或需要处理的事物以及一个系统行为的现状等统称为事件，某一研究范围内的所有事件全体称为研究范围内的事件集，记为 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ， $a_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为第 i 个事件。相应的所有可能的对策称为对策集，记为 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ ， $b_j (j=1, 2, \dots, m)$ 为第 j 个对策。假设所有事件都有相同的目标，称事件的所有目标全体为目标集，记为 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_l\}$ ， $p_k (k=1, 2, \dots, l)$ 为第 k 个目标。则事件集 A 与对策集 B 的笛卡尔积 $A \times B = \{(a_i, b_j) | a_i \in A, b_j \in B\}$ 为局势集，记作 $C = A \times B$ 。在 k 目标下，任意的 $a_i \in A, b_j \in B$ ，则称 (a_i^k, b_j^k) 为 k 目标下的局势，记作 $c_{ij}^k = (a_i^k, b_j^k)$ 。 r_{ij}^k 为局势在 k 目标下的效果测度值，则称 $R = (r_{ij}^1, r_{ij}^2, \dots, r_{ij}^l)$ 为局势 c_{ij} 的多目标效果测度向量^[5]。根据效果测度向量，可以对局势进行排序，从而得到不同评价对象的评价值序列。

3 公共财政投资绩效评价模型

3.1 确定对策和局势

设有 m 个地方政府参与公共财政投资绩效评价，

则评价对象集为 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ ，即对策有 m 个；事件为地方政府公共财政投资绩效评价，是唯一事件， $n = 1$ ， $A = \{a_1\}$ ；局势 $C = A \times B = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), (a_1, b_3), \dots, (a_1, b_m)\}$ ，目标为 l 个评价指标，故目标集 P 为 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_l\}$ 。

3.2 给出原始效果白化矩阵

每个目标、每个局势都有一个效果白化值 $u_{ij}^{(k)}$ 。将所需要的指标值从地方的统计年鉴中查找并经过换算后就得到每一个评价指标给出评价价值，从而得到效果白化矩阵 U [6]。由于本模型讨论的是地方政府公共财政投资绩效评价，属于唯一事件，故效果白化矩阵为：

$$U = \begin{bmatrix} u_{11}^{(1)} & u_{12}^{(1)} & \dots & u_{1m}^{(1)} \\ u_{11}^{(2)} & u_{12}^{(2)} & \dots & u_{1m}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{11}^{(l)} & u_{12}^{(l)} & \dots & u_{1m}^{(l)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

3.3 目标局势效果测度的确定

对局势在一定目标下所产生的实际效果进行比较的度量称为效果测度，对于本模型中唯一事件的效果测度，可简记为 $r_{1j}^{(k)}$ ， $k = 1, 2, \dots, l$ ， $j = 1, 2, \dots, m$ 。由于不同目标的极性不一定相同，有的指标是越大越好的效益型指标，有的指标是越小约好的成本型指标，有的指标则既非效益型也非成本型的中性指标，为了使不同极性的指标值具有可比性，我们采用统一效果测度变换将各目标极性统一为极大值极性[7]：

对于效率型指标，使用上限效果测度：

$$r_{1j}^{(k)} = \frac{u_{1j}^{(k)}}{\max_j (u_{1j}^{(k)})} \quad (4)$$

对于成本型指标，使用下限效果测度：

$$r_{1j}^{(k)} = \frac{\min_j (u_{1j}^{(k)})}{u_{1j}^{(k)}} \quad (5)$$

对于中性指标，使用中性效果测度：

$$r_{1j}^{(k)} = \frac{\min_j \{u_{1j}^{(k)}, \bar{u}\}}{\max_j \{u_{1j}^{(k)}, \bar{u}\}}, \quad \bar{u} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m u_{1j}^{(k)} \quad (6)$$

经过效果测度变换后，原始效果白化矩阵 U 转变

为效果测度矩阵 R ：

$$R = \begin{bmatrix} r_{11}^{(1)} & r_{12}^{(1)} & \dots & r_{1m}^{(1)} \\ r_{11}^{(2)} & r_{12}^{(2)} & \dots & r_{1m}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{11}^{(l)} & r_{12}^{(l)} & \dots & r_{1m}^{(l)} \end{bmatrix} \quad (7)$$

3.4 确定目标局势效果测度的权重

引入熵权法来确定局势效果测度的权重。根据式 (1) 和式 (2) 并结合效果测度矩阵 R ，可得出计算局势效果测度熵值和熵权的公式为：

$$H_k = -K \sum_{j=1}^m r_{1j}^{(k)} \ln r_{1j}^{(k)}, \quad k = 1, 2, \dots, l \quad (8)$$

$$W_k = \frac{1 - H_k}{l - \sum_{k=1}^l H_k}, \quad k = 1, 2, \dots, l \quad (9)$$

式 (8) 中， K 为波尔兹曼常数， $K > 0$ ，一般取 $K = \frac{1}{\ln m}$ ，并假定，当 $r_{1j}^{(k)} = 0$ 时，令 $r_{1j}^{(k)} \ln r_{1j}^{(k)} = 0$ 。 H_k 越大，表示 m 个对策在第 j 个局势中所包含的信息量越大；反之，表示所包含的信息量越小。

熵权 w_k 确定后，将 w_k 加入到效果测度矩阵 R 中便得到加权的公共财政投资绩效评价测度矩阵 R^w ：

$$R^w = \begin{bmatrix} w_1 r_{11}^{(1)} & w_1 r_{12}^{(1)} & \dots & w_1 r_{1m}^{(1)} \\ w_2 r_{11}^{(2)} & w_2 r_{12}^{(2)} & \dots & w_2 r_{1m}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_l r_{11}^{(l)} & w_l r_{12}^{(l)} & \dots & w_l r_{1m}^{(l)} \end{bmatrix} \quad (10)$$

3.5 计算局势的绩效评价测度值

由加权效果测度矩阵 R^w ，可计算出每个局势的绩效评价测度值为：

$$r_{1j}^{\pi} = \sum_{k=1}^l w_k r_{1j}^{(k)}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

从而得到事件 a_1 的公共财政投资绩效评价测度空间 r^{π} 为： $\{r_{11}^{\pi}, r_{12}^{\pi}, \dots, r_{1m}^{\pi}\}$ 。至此，求出了参与评价的 m 个地方政府公共财政投资的投资绩效，比较 $r_{11}^{\pi}, r_{12}^{\pi}, \dots, r_{1m}^{\pi}$ 的大小，可对参与评价的 m 个地方政府公共财政投资的绩效进行排序，得出公共财政投资绩效谁优谁劣的结论。

4 长株潭三市公共财政投资绩效评价的实证分析

作为两型社会建设示范区，近年来，长沙、

株洲、湘潭三市一直是湖南省经济社会发展的排头兵，在公共财政投资领域也占据了全省的半壁江山。本算例在《湖南统计年鉴 2008》公布的有关数据的基础上，对长沙、株洲和湘潭三市 2007 年的公共财政投资绩效进行评价，在评价指标选取方面，借鉴张雷宝^[8]和郭

永萍^[9]构建的评价指标体系，同时为简化运算的复杂性，减少计算工作量，此次实证研究只选取了人均GDP（元）、人均财政收入（元）、每万人公路里程（公里）、人均邮电业务量（元）、人均外资投资额（元）和人均公共财政投资额（元）共 6 个评价指标，其中人均GDP、人均财政收入、每万人公路里程、人均外资投资额和人均邮电业务量 5 个指标为越大越好的效益型指标，人均公共财政投资额指标为成本型指标。根据《湖南统计年鉴 2007》得到的原始白化效果矩阵如下：

Table 1. Original whitening effect matrix of the evaluation object
表 1. 评价对象的原始白化效果矩阵

	长沙 b1	株洲 b2	湘潭 b3	指标极性
k=1 人均 GDP（元）	3436.44	38447.3	34511.0	效益型
k=2 人均财政收入（元）	2739.1	1923.2	1585.3	效益型
k=3 每万人公路里程（公里）	18.6	52.0	41.4	效益型
k=4 人均邮电业务量（元）	2298.0	2264.1	2247.0	效益型
k=5 人均外资投资额（元）	1720.3	894.8	1080.2	效益型
k=6 人均公共财政投资额（元）	647.0	701.1	641.7	成本型

Note: The data come from the "Hunan Statistical Yearbook 2007" which per capita foreign investment index is used the actual use foreign capital around year and conversed according to exchange rate of U.S. dollar against the RMB in Dec. 31, 2007. Due to the relatively difficulty for obtain direct data, the public investment cost target average per person stems from the local expenditure divides the local population after the conversion with the entire province 18.9% rate of public investment.

注：数据来源于《湖南统计年鉴 2007》，其中，人均外资投资额指标使用的是各地当年实际使用的外资金额并按 2007 年 12 月 31 日的美元兑人民币汇率进行了换算；由于获取直接数据相对困难，各地人均公共投资额指标源于各地财政支出按全省 18.9% 的公共投资率换算后除以各地人口数所得。

根据本文构建的熵权法-灰色局势决策模型，有：

事件 a_1 为地方政府公共财政投资绩效评价，是唯一事件；对策为 b_1, b_2, b_3 ；局势为 $c_{11} = (a_1, b_1)$ ， $c_{12} = (a_1, b_2), c_{13} = (a_1, b_3)$ ；评价指标和指标的极性分别为表 1 的第 1 列和第 5 列；原始白化矩阵为表 1 的第 2、3、4 列。

根据目标的极性，分别使用式（4）、式（5）进行效果测度，得到绩效评价的综合效果测度矩阵 R 如下：

$$R = \begin{bmatrix} 0.8938 & 1.0000 & 0.8976 \\ 1.0000 & 0.7021 & 0.5788 \\ 0.3587 & 1.0000 & 0.7966 \\ 1.0000 & 0.9853 & 0.9778 \\ 1.0000 & 0.5201 & 0.8283 \\ 0.9918 & 0.9152 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

根据式（8）、式（9）计算绩效评价综合效果测度

的熵权，得到综合效果测度的熵权向量空间 W 为：

$$W = [0.1981 \quad 0.1174 \quad 0.1208 \quad 0.2335 \quad 0.1325 \quad 0.2219]$$

从而得到加权的公共财政投资绩效评价测度矩阵 R^w 为：

$$R^w = \begin{bmatrix} 0.1771 & 0.1981 & 0.1778 \\ 0.1174 & 0.0824 & 0.0679 \\ 0.0433 & 0.1208 & 0.0962 \\ 0.2335 & 0.2301 & 0.2283 \\ 0.1325 & 0.0689 & 0.1098 \\ 0.2201 & 0.2031 & 0.2219 \end{bmatrix}$$

根据加权的公共财政投资绩效评价测度矩阵 R^w ，利用式（11），可计算出事件 a_1 的公共财政投资绩效评价测度空间 r^π 为：

$$r^\pi = [0.9239 \quad 0.9034 \quad 0.9020]$$

根据事件 a_1 的公共财政投资绩效评价测度空间 r^π 可知, $r_{11}^\pi > r_{12}^\pi > r_{13}^\pi$, 即对长沙、株洲和湘潭三市 2007 年的地方政府公共财政投资进行绩效评价, 长沙市的绩效评价结果是最好的, 株洲市次之, 湘潭市的绩效评价结果最差。

实际上, 我们从近年来三市的经济社会发展和城市建设等情况也可以看出, 长沙市作为湖南省的省会城市, 其市容市貌、道路交通以及有关民生的其他公共领域一直处于良好的发展态势, 获得了市民及省内其他公众的广泛认同, 市委市政府的执政策略获得了良好的口碑, 其公共投资绩效评价的结果为三市最优是理所当然的; 而湘潭市作为一个老工业城市, 近年来关于涉及广大民众生产生活的公共领域建设一直强差人意, 为当地民众和上级领导所诟病; 在财政实力不断增长壮大的情况下, 株洲市近两届市委、市政府领导班子充分运用公共财政手段, 调整优化支出结构, 力求满足社会公共需求, 全力构建和谐株洲, 努力让广大人民群众共享经济发展成果, 大力支持各项社会事业进步, 高度关注民生问题, 切实加强社会保障体系建设, 充分提供公共产品, 着力打造宜居环境, 有效改善了市民的生产生活环境, 使株洲市一改过去脏、乱、差的城市形象, 公共财政投资效果相当明显, 只是因为长沙作为省会城市的潜在影响, 使得株洲市 2007 年的公共财政投资绩效评价结果低于长沙市。故株洲市公共财政投资绩效劣于长沙市而优于湘潭市的最终评价结果是与实际相符的, 从而表明了模型的有效性。

5 结束语

本文运用灰色理论中的灰色局势理论, 并结合熵和熵权的思想对不同重要性的评价指标给与不同的权重, 在已有研究的基础上对地方政府公共财政投资绩效展开评价, 构建了地方政府公共财政投资绩效评价的熵权法-灰色局势评价模型。该模型针对灰色局势模

型中对各目标的局势效果测度采取相同权重来计算灰色局势综合测度值的不足, 引入熵权法对局势的综合测度值进行加权, 具有相对客观性。模型根据地方政府的实际情况构建, 简单实用, 计算量不大, 实证研究证明模型稳健有效, 从而为地方政府公共财政投资绩效评价提供了一个有益的参考。

References (参考文献)

- [1] Sylve Demurger. Infrastructure Development and Economic Growth: An Explanation for Disparities in China[J]. Journal of Comparative Economics, 2001,29: 95-117.
- [2] Lu Qing-ping. The performance management of public finance expenditure[J]. Public Finance Research, 2003(4): 18-20.
陆庆平. 公共财政支出的绩效管理. 财政研究, 2003,4:18-20.
- [3] Xiao Ming-yuan. A decision model based entropy and entropy weight[J]. Knowledge Economy, 2007(8):7-8.
肖明园. 基于熵和熵权原理的决策模型[J]. 知识经济, 2007(8):7-8.
- [4] Deng ju-long. The tutorial of grey system theory[M]. Wuhan: Huazhong university of science and technology press, 1991.
邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉:华中理工大学出版社, 1991.
- [5] Chen De-jun, Zhang Shu-hong, Chen Mian-yun. Research of gray general situation decision and its application[J]. Systems Engineering and Electronics, 2004,26(4): 423- 429.
陈德军, 张曙红, 陈绵云. 灰色一般局势决策及其应用研究[J]. 系统工程与电子技术, 2004,26(4):423-429.
- [6] Long Teng-fang. Algorithm and Application of Gray Situation Decision[J]. Microelectronics & Computer, 2005,22(7):62-64.
龙腾芳. 灰色局势决策算法及其应用[J]. 微电子学与计算机, 2005,22(7):62-64.
- [7] Huang Ding-xuan. Means of Weights Allocation with Multi-Factors Based on Impersonal Message Entropy[J]. Systems Engineering-Theory Methodology Application, 2003, 12(4): 321-324.
黄定轩. 基于客观信息熵的多因素权重分配方法[J]. 系统工程理论与实践, 2003,12(4):321-324.
- [8] Guo Yong-ping. Study on the Performance Appraisals of Public Finance Expenditure[D]. Dissertation for Doctor Degree of Northwest A&F University, 2006.
郭永萍. 公共财政支出绩效评价研究[D]. 西北农林科技大学博士学位论文, 2006.
- [9] Zhang Lei-bao. Research of local government public investment efficiency[M]. Beijing: China Financial & Economic Publishing House, 2005.
张雷宝. 地方政府公共投资效率研究[M]. 北京:中国财政经济出版社, 2005.