

基于DEA法的水环境 PPP项目绩效评价与支付设计

程言美

【摘要】 PPP模式在国内工程建设领域得到了较快的推广和应用,但关于PPP项目的绩效评价研究较少,尤其是关于水环境治理等PPP项目的研究较为缺乏。本文从水环境治理PPP项目的特性出发,运用DEA法构建了水环境PPP项目绩效评价指标体系,以清水入江项目为例,对26个子项目投入产出绩效的有效性进行了测度,对其投入与产出的冗余与不足进行了分析,借此设计了PPP项目绩效支付模式,并对26个子项目的支付情况进行了测算。

【关键词】 DEA法; PPP; 绩效评价; 绩效支付

【中图分类号】 F292

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)18-0094-3

一、PPP项目评价研究概述

1. 项目评价的演变。20世纪30年代,凯恩斯理论和福利经济学风靡全球,关于项目评价的研究,学者们越来越关注投入产出的分析,并形成项目绩效评价的雏形。吴宗法等(2015)、李闻一(2015)、田时中等(2015)从多方面构建了项目绩效评价指标体系,并结合层次分析法、综合指数法和模糊综合评价法展开了研究。2014年12月以来,国家发改委、财政部等发布《关于推广运用政府和社会资本合作模式有关问题的通知》,PPP模式由此在工程项目领域得到应用。但PPP模式引入国内的时间短,国内学者关于PPP项目评价的研究尚处于起步阶段,主要是沿用传统项目管理评价的思路。借鉴国外的相关研究,这些PPP项目评价研究存在的普遍问题是缺少对细分领域的PPP项目研究,较少从投入产出绩效角度进行研究。

2. 水环境治理PPP项目评价的特性。科学发展观和可持续发展已经成为经济发展的主旋律,各级政府开始重视环境保护的重要性,水环境治理也渐渐成为热点。但由于水环境治理投资大、公益性强等因素的影响,我国水环境治理投资的现状不容乐观。与此同时,PPP项目参与主体多元化,项目组合方式和收益方式是多样化的,区域性水环境治理PPP项目投入产出绩效评价具有较强的特性:①应考虑水环境治理PPP项目的全过程及过程中参与主体的演化博弈情况;②应注意项目的构成情况、不同项目模式或类型的收益水平,以及实现项目收益的方式;③应考虑水环境治理项目的期限结构;④应充分考虑参与主体的风险分担。

二、基于DEA法的水环境治理PPP项目绩效评价

1. 评价方法。DEA法通过投入产出比指标来衡量项目绩效的高低,是用于评价项目绩效相对有效性的特殊工具。投入到产出是通过系列决策实现的,这就形成基本的决策单元(DMU),每个DMU都代表一项决策的经济行为。假设有k个决策单元DMU,每个决策单元有m种类型的产出和n种类型的投入,则DMU_i的投入为: $X_i=(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})^T$;产出为: $Y_i=(y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{mi})^T$ 。假设DMU的投入指标向量权重为: $v=(v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{ni})^T$;产出指标向量权重为: $u=(u_{1i}, u_{2i}, \dots, u_{mi})^T$ 。则DMU_i的效率为:

$$E_i = \frac{u^T Y_i}{v^T X_i} = \frac{\sum_{p=1}^m u_p y_{pi}}{\sum_{q=1}^n v_q x_{qi}} \quad (1)$$

综合 Charnes-Cooper 变换和对偶规划理论,引入松弛变量 s^- 、剩余变量 s^+ 以及非阿基米德无穷小量 ε ,可变换成线性规划模型:

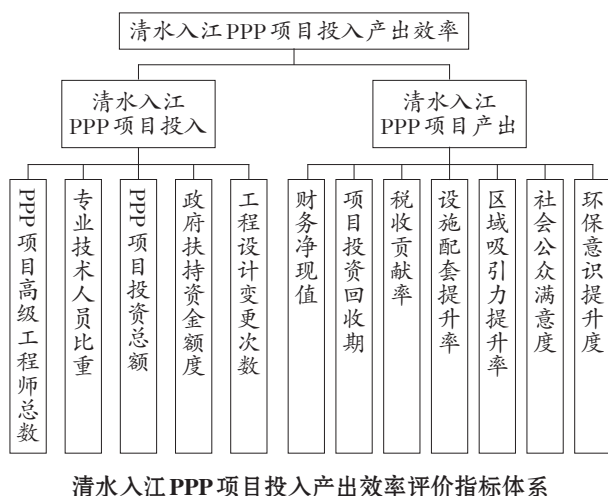
$$\begin{cases} \min \varepsilon \\ \text{s.t.} \sum_{q=1}^n \lambda_q X_q + s^- = \varepsilon X_i \\ \sum_{p=1}^m \lambda_p Y_p - s^+ = Y_i \\ \lambda_i \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

在水环境治理PPP项目投入产出绩效评价中, ε 代表PPP项目的实施成效或评价价值高低; λ_i 代表着最优效率的虚拟决

【基金项目】 湖北省科技支撑计划项目软科学研究类“武汉-鄂州一体化发展战略研究”(项目编号:2014BDF023)

策单元;松弛变量 s^- 、剩余变量 s^+ 反映的是产出不足量和投入冗余量。当 $\epsilon < 1$ 时,认为该DMU是非有效的,即水环境治理PPP项目的实施没有达到相对最优;当 $\epsilon = 1, s^+ \neq 0, s^- \neq 0$ 时,该DMU是弱有效的,即水环境治理PPP项目参与主体的博弈接近最优水平;当 $\epsilon = 1, s^+ = 0, s^- = 0$ 时,该DMU是强有效的,也是最优的。

2. 评价指标体系。PPP项目目标是政府、社会资本和中介机构通过动态博弈演化实现的,考虑到投入产出指标的比例,本文选取PPP项目高级工程师总数、专业技术人员比重、PPP项目投资总额、政府扶持资金额度、工程设计变更次数等5个指标作为水环境治理PPP项目投入产出效率测度的投入指标;选取财务净现值、项目投资回收期、税收贡献率、设施配套提升率、区域吸引力提升率、社会公众满意度、环保意识提升度等7个指标作为水环境治理PPP项目投入产出效率测度的产出指标。清水入江PPP项目投入产出效率评价指标体系如下图所示:



3. 评价对象。清水入江项目由35个子项目打包而成,是跨区域、跨项目组合的一体化PPP项目,根据35个子项目的实际情况、工程范畴、数据可得性,可以开展评价的项目有26个,依次编号为1~26。

三、清水入江PPP项目投入产出绩效分析

1. 清水入江PPP项目投入产出绩效的有效性分析。通过对清水入江项目公司、区水务局、财政局、调研打分、专家打分得到原始数据,在此基础上,运用MAXDEA软件构建模型,将PPP项目编号定义为DMU NAME,将财务净现值、项目投资回收期、税收贡献率、设施配套提升率、区域吸引力提升率、社会公众满意度、环保意识提升度等7个指标定义为Output;将PPP项目高级工程师总数、专业技术人员比重、PPP项目投资总额、政府扶持资金额度、工程设计变更次数等5个指标定义为Input。

通过CCR模型和BCC模型,得到26个清水入江子项目的规模效率、纯技术效率和综合效率(鉴于篇幅原因,测算结

果略)。从结果中可以得到,在清水入江26个子项目中,效率测度有效的有20个项目,即这20个项目的投入和产出达到了相对最优状态,综合效率较高,PPP项目编号为1、3、13、17、21、26的6个子项目DEA是无效的。

从这6个子项目的效率来看,规模效率普遍低于纯技术效率,即这6个子项目的规模效率层次较低,而纯技术效率层次较高。这6个子项目分别为:水资源管理工程(一)、新区管网延伸项目、XX污水处理厂配套污水收集管网、XX港清淤工程、XX港“第二通道”工程、XX区XX湖环境综合治理工程。其他20个子项目规模报酬不变,而子项目1、3、17、21、26是规模报酬递减,子项目13为规模报酬递增。

从这6个子项目的投入产出指标的数值来看,项目1、3、17、21、26尽管投资总额较小,但是高级工程师总数、专业人员技术比重和政府扶持资金额度远高于其他同等投资规模的项目,尽管产出较高,但项目仍旧是无效的;而项目13则因为投资总额小,高级工程师总数、专业人员技术比重和政府扶持资金额度等投入指标的数值也较小,使得投入产出效率未达到最优。

2. 清水入江PPP项目投入产出绩效的冗余与不足分析。DEA法可以针对无效的DMU给出优化的建议,本文对评价结果中6个无效的水环境治理PPP子项目的投入产出提出改进方向和优化策略,见表1(鉴于篇幅原因,只列出PPP项目高级工程师总数、政府扶持资金额度2个投入指标和财务净现值、设施配套提升率2个产出指标的改进情况)。

表1 6个无效清水入江子项目投入产出改进方向与优化

项目编号	DMU	1	13	17	21	26	3
综合效率	Score	0.85	0.87	0.95	0.84	0.77	0.84
PPP项目高级工程师总数	原始值	5.00	3.00	4.00	8.00	15.00	8.00
	径向改进值	-0.74	-0.39	-0.21	-1.26	-3.52	-1.26
	松弛变量改进值	0.00	0.00	-0.25	-1.53	-4.30	-2.02
	目标值	4.26	2.61	3.54	5.22	7.18	4.72
政府扶持资金额度	原始值	0.09	0.01	0.03	0.08	0.59	0.10
	径向改进值	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.14	-0.02
	松弛变量改进值	-0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.26	0.00
	目标值	0.05	0.01	0.02	0.07	0.20	0.08
财务净现值	原始值	0.12	0.06	0.01	0.68	1.06	0.58
	径向改进值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	松弛变量改进值	0.03	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
	目标值	0.15	0.06	0.13	0.68	1.06	0.58
设施配套提升率	原始值	0.16	0.22	0.07	0.03	0.06	0.10
	径向改进值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	松弛变量改进值	0.24	0.00	0.14	0.15	0.36	0.17
	目标值	0.39	0.22	0.21	0.17	0.42	0.27

□ 业务与技术

表1中,“原始值”为DMU的指标原始值;“径向改进值”指投入产出指标的径向改进情况,表示各项投入等比例减少或各项产出等比例增加的数值,数值为正代表增加,反之代表减少;“松弛变量改进值”表示DEA模型中的投入松弛变量(s^-)或产出松弛变量(s^+),同理,数值为正代表增加,反之代表减少;目标值为达到最优时的指标数值,目标值=原始值+径向改进值+松弛变量改进值。以子项目1为例,项目高级工程师总数减少0.74个,目标值为4.26;专业技术人员比重减少0.05%,目标值为31%;PPP项目投资总额减少0.07亿元,目标值为0.43亿元;政府扶持资金额度减少0.01亿元、松弛减少0.03亿元,目标值为0.05亿元;工程设计变更次数减少0.3次、松弛减少0.43次,目标值为1.27次时,可以达到最优。

四、基于DEA法的PPP项目绩效支付设计

恰当评估财政支出责任可确保PPP采购有效且具有竞争性,合理的PPP项目绩效支付设计有助于建立前期清晰的预算机制,以确保按时支付直接负债和或有负债,可以提升社会资本对政府的信任度,有利于规范PPP项目财政支出管理,有序推进项目实施,有效防范和控制财政风险,从而实现PPP模式可持续发展。水环境治理PPP项目财政绩效支付应本着上述目标,匹配项目的投入产出条件,借此建立基于DEA法的水环境PPP项目绩效支付模式。

在DEA法下,某一区域水环境PPP项目投入产出绩效的排名为 P_i , i 为PPP项目的对应编号,根据投入产出数值可以模糊计算得到各个项目的产出量指数,假设为 po_{ij} ,则所有水环境PPP项目的产出总数为: $PO_i = \sum po_{ij}$ 。在DEA有效性的判定逻辑中,有效的DMU是参照非有效的DMU重复计算得到的,即有效性DMU被参照次数越多,有效性稳健强度越大,进而可以以参照次数作为PPP项目绩效评价的新标的物和基准指标。

根据国家推广政府与社会资本合作的意见要求,PPP项目实施机构、行业主管部门和财政局要根据PPP项目的评价开展绩效支付。假定该区域政府单位或财政部门该年度用于开展绩效支付的总额为A亿元,则可以得到该区域水环境PPP项目的绩效支付值为:

$$A_i = A \frac{\frac{1}{P_i} \sum_{j=1}^m po_{ij}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{P_i} \sum_{j=1}^m po_{ij}}$$

以清水入江工程中的26个PPP子项目为例,假定项目实施区域本年度的PPP项目绩效支付总额为3亿元,可以得到针对26个PPP子项目的绩效支付值,详见表2。首先根据投入产出绩效评价的原始指标,通过模糊偏差法计算得到标准化值,然后按照上述步骤分别计算和确定 $\sum_{j=1}^m po_{ij}$ 、 $\frac{1}{P_i} \sum_{j=1}^m po_{ij}$ 的值,并将其累加求和,再分别计算单个项目的产出值在整个

表2 26个PPP子项目绩效支付值

PPP项目编号	$\sum_{j=1}^m po_{ij}$	$\frac{1}{P_i}$	$\frac{1}{P_i} \sum_{j=1}^m po_{ij}$	w_i	A_i (元)
1	4.2037	1/4	1.0509	0.0104	3121799
2	4.2185	1	4.2185	0.0418	12531154
3	5.0973	1/3	1.6991	0.0168	5047210
4	1.7754	1	1.7754	0.0176	5273874
5	4.4680	1	4.4680	0.0442	13272398
6	3.8713	1	3.8713	0.0383	11499769
7	4.9226	1	4.9226	0.0487	14622626
8	5.4300	1	5.4300	0.0538	16130011
9	4.9598	1	4.9598	0.0491	14733379
10	5.4942	1	5.4942	0.0544	16320664
11	5.3133	1	5.3133	0.0526	15783192
12	5.7880	1	5.7880	0.0573	17193367
13	5.4516	1/6	0.9086	0.0090	2699034
14	5.5427	1	5.5427	0.0549	16464675
15	5.8804	1	5.8804	0.0582	17467934
16	5.9240	1	5.9240	0.0587	17597568
17	5.1695	1/4	1.2924	0.0128	3839034
18	4.6267	1	4.6267	0.0458	13743733
19	4.8202	1	4.8202	0.0477	14318550
20	4.8443	1	4.8443	0.0480	14390181
21	5.3051	1/4	1.3263	0.0131	3939745
22	4.6313	1	4.6313	0.0459	13757356
23	3.5250	1	3.5250	0.0349	10471009
24	3.7926	1	3.7926	0.0376	11265931
25	4.0156	1	4.0156	0.0398	11928550
26	3.4839	1/4	0.8710	0.0086	2587258
合计			100.9920	1.0000	300000000

PPP项目中的产出比重,并以此为基数得到单个项目的绩效支付值。实证测算发现,绩效支付金额较大的项目为序号16、15、12、14、10,多为污水处理厂配套收集管网项目,这些项目一方面在人力资源和资金投入上较大,另一方面在项目的配套设施和区域吸引力提升、公众满意度等产出上表现突出,实现了PPP项目的目标,理应获得较大的绩效支付。

主要参考文献:

吴宗法,马振鹏,孟秀焕.基于模糊神经网络的公共项目绩效评价模型研究——以发展结果为导向的理论框架构建[J].南京审计学院学报,2015(1).

李闻一.基于公众视角的地方政府项目绩效评价研究[J].理论月刊,2015(7).

作者单位:武汉理工大学土木工程与建筑学院,武汉430070