

# 城市基础设施运营绩效 评价指标与方法

陈圆<sup>1</sup>, 何为<sup>2</sup>

(1. 重庆大学 建设管理与房地产学院, 重庆 400044; 2. 中国石油重庆销售公司, 重庆 401120)

**摘要:**综合分析、客观评价城市基础设施的运营绩效,是提高投资决策水平,改进运营管理和完善在建项目的必要环节和重要举措。根据城市基础设施运营阶段的基本属性和主要特点,依照科学严谨、系统全面、特征突出和操作可行等要求,确立由实施效果、经济效益、可靠程度和环境影响等四个一级指标及若干二、三级指标组成评价城市基础设施运营绩效指标体系,并借助 DEA 方法对城市道路交通子系统(市内加油站)的运营绩效进行了案例分析。

**关键词:**城市基础设施;运营绩效评价;指标;方法

**中图分类号:**F294 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2014)02-0008-07

城市基础设施是城市经济和社会活动得以正常进行所必须具备的工程性设施(如给排水、能源、交通、通讯系统等)和社会性设施(如文化教育、医疗卫生、社会福利等)的总称。伴随中国城市化和工业化进程,城市规模迅速扩张,居住人口持续增长,城市基础设施供需矛盾日益突出。长期以来,中国城市基础设施投资建设和运营管理主要由政府承担,市场化相对滞后。政府及相关职能部门在有效实施建设和管理的同时,较为普遍地存在注重建设规模与速度,忽视设施运营效果和效率等问题。

城市基础设施运营绩效评价是基于投资建设、运营管理和服务对象等各方要求和关心的目标利益,采用适当方法,综合分析设施运营对城市经济、社会、环境等的影响,进而对设施运营的业绩和效率予以全面和客观的评价。科学的运营绩效评价是提高投资决策水平,完善在建项目和改进运营管理的重要举措。

城市基础设施绩效研究可以追溯到 20 世纪 80 年代, Peter 评述了英国公共部门绩效指标和评价方法<sup>[1]</sup>, Denis 运用标杆管理方法分析了澳大利亚国内电力、铁路运输等八大领域基础设施绩效<sup>[2]</sup>。近年来城市基础设施绩效评价得到更多重视, O. O. Ugwu<sup>[3]</sup>、甘琳<sup>[4]</sup>、Gonzalo<sup>[5]</sup> 等将可持续发展理论和方法应用于绩效评价指标体系的构建,李杨<sup>[6]</sup>在设计公共服务性企业绩效评价时采用了关键绩效指标法和平衡计分卡法。总结这些文献可以看出,现有研究在绩效评价的目的、对象、方法等方面各有侧重且较为单一,主要集中于项目可行性研究、设计方案优化等前期工作阶段,针对运营阶段绩效评价的理论研究和技术方法还有待加强。

绩效评价通常需要按流程完成确定评价目标、选取评价指标、选择评价方法、处理数据和分析评价结果等环节工作。指标体系构建是有效完成上述流程的基础性、前提性工作。城市基础设施具有建设体量大、运行时间长、安全要求高和影响面广、公益性强等共性,其运营绩效评价指标体系的构建,有助于规范其绩效评价指标的选取,提高评价工作程序、方法的一致性,增强评价结果的全面性、客观性和可比性。本文以

城市基础设施作为评价主体,针对设施运营阶段,综合技术、经济、社会、环境等因素,研究运营绩效评价指标体系的构建。在具体进行某一对象(如交通、供水、供电、医疗卫生设施等)的绩效评价时,可依对象特点和评价目的、要求等,在指标体系内选定若干指标,选择与之适应的评价方法,进行数据处理和结果分析,进而得到绩效评价依据。

### 一、评价城市基础设施运营绩效的指标选取

城市基础设施具有建设体量大、投入资金多、涉及面广、运行时间长和公益性强等基本特征,其运营绩效评价,涉及指标设计、数据处理和综合分析等各个环节。合理选取评价指标,可有效提高评价工作程序、方法的一致性,增强评价结果的全面性、客观性和可比性。

#### (一) 指标选取的基本要求

基于城市基础设施的基本属性和主要特点,选择评价指标应满足以下要求。

所选指标应科学严谨。城市基础设施是为市民生存、工作和生活提供保障服务的公共设施,其运营绩效评价指标的选取应尽可能考虑与人关系密切的内容,着重体现与人的日常生活相关的要素,反映城市居民对基础设施及其服务的主客观感受。

所选指标应系统全面。城市基础设施是一个多层次、多目标、多因素构成的复杂系统工程,涉及技术、社会、经济、环境等诸多子系统。对其运营绩效进行评价,必须用系统的观点和方法,从整体上把握城市基础设施运营管理的特性和功能,所选指标应能反映和测度被评价系统的主要特征和状况,全面包含运营绩效的各个要素。应当考虑指标对设施运营管理发展变化的重要性及作用的贡献程度,重点选择反映管理变化规律的核心指标。

所选指标应特征突出。城市基础设施各个部门和行业之间联系紧密,在功能、市场和经济等方面具有较高相关性<sup>[7]</sup>。同时,城市基础设施包含给排水、能源供应、交通运输、邮电通讯等若干虽紧密联系却各自独立的子系统,有着截然不同的技术要求和功能标准。评价指标的设计应通过“通用指标”反映基础设施的共性问题,而通过“专用指标”体现不同子系统之间的差异性。

所选指标应易于操作。为了降低绩效评价工作的主观性,评价指标应当尽量采用易于量化的指标。现实中有些从理论定性分析的角度看是不可缺少的影响因素,但量化成本极高或过于繁琐而不具可行性,可以采用与这一因素的发展变化具有一致性或相关性的其他可量化指标来代替。指标名称应规范、准确、简要、易懂。为了降低数据采集工作的难度,在选取评价指标时注意搭配好主观指标和客观指标的比例关系,尽可能采用现行的统计指标,减少主观指标或设计新指标。过多的主观指标和新指标,将会显著增加数据采集难度,减弱整个评价指标体系的可操作性。

设计评价指标体系必须考虑其对评价模型的适用性,满足评价工具对样本数据的基本要求。欠规范或过多的指标和数据可能导致数据处理的困难;而过少的指标和数据将降低评价工作的有效性,甚至造成评价失真。

#### (二) 评价城市基础设施运营绩效的指标体系设计

城市基础设施的运营绩效,涉及社会、经济、环境等各个方面。首先,比较、衡量设施投入使用后完成预期目标的程度,即评价设施对预期目标的实施效果。其次,衡量实现此效果所付出的代价和所取得的经济效果。如果以极高的代价,如远超财政能力的资金投入、过度的能源消耗等换取良好的实施效果,也是与当今社会可持续发展主题背道而驰的。因此,运营阶段的经济效益分析至关重要。第三,即使有了良好的实施效果,合理的经济回报,仍不能断言该项目一定令人满意,因为设施运营不可避免地将受到人为和自然的各种不确定因素影响,这样良好的表现能持续多长时间,面临多大风险,即维持稳定运行的可靠程度评估必不可少。第四,城市基础设施建设和持续运营对城市人居环境及自然环境的影响应高度关注。因此,由实施效果、经济效益、可靠程度和环境影响四个一级指标及下设的若干二级和三级指标,组成了评价城市基础设施运营绩效的指标体系,见图1。

实施效果是指城市基础设施投入使用后提供给公众的服务能力和效果,反映设施运行情况与设施建设预期目标的对比,通常可以从服务能力、服务质量、外部效果三个方面及延伸的若干指标加以表述。服务能力评价指标主要反映设施运营形成的服务功能和承载能力,可以通过工程技术标准、功能完备程度、服务有效范围、服务保障能力等指标度量;服务质量评价指标主要评价设施运行的服务水平和质量,可以通过服务

等级标准、顾客满意度、需求响应程度等指标度量;外部效果指城市基础设施作为一种投资在直接提供公众服务的同时,通过溢出效应促进区域经济社会发展增长<sup>[8]</sup>,可通过优化城市环境、提供就业机会、促进健康水平等方面变化得以体现。

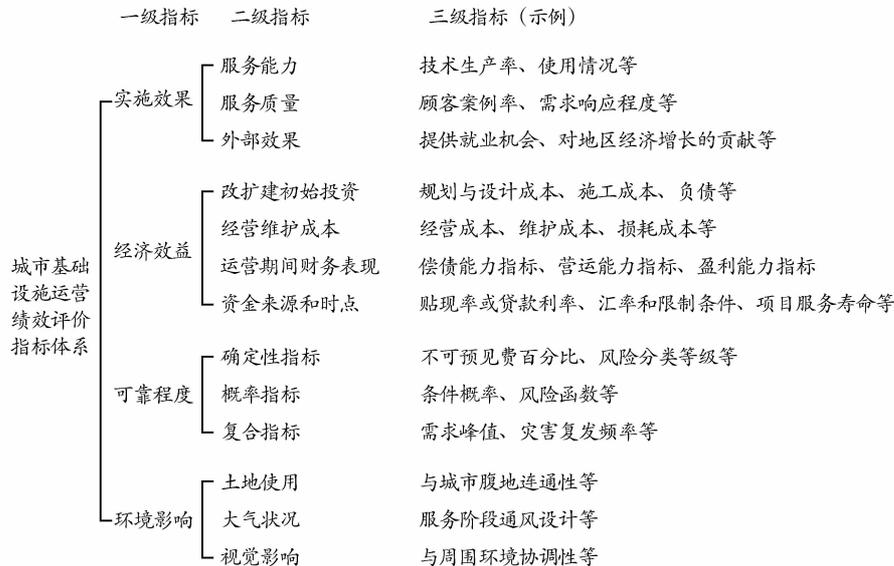


图1 城市基础设施运营绩效评价指标体系

经济效益评价指标不仅包含记录设施可能发生的改建、扩建等初始成本的经济指标,还应当包含设施在运营阶段可能产生的经常性成本或经营维护成本。进一步而言,财务指标的评价,并不是简单地记录设计、建造、运营和维护这些设施产生的费用,还应当反映对设施建设与运营产生影响的其他要素,如资金来源、支付时点、贷款利率等。为了便于比较,城市基础设施经济效益指标大多表现为货币形式。对于过去发生的或将来即将发生的成本,可以采用贴现的方式。

可靠程度评价源于城市基础设施运行的不确定性。首先,这种不确定性源于自然现象的统计特性,如日均降水量等统计指标,城市基础设施与这些自然现象有着密切而复杂的联系;其次,不确定性还来源于评价所需数据采集不充分;最后,绩效评价是一个动态过程,在这个动态系统中评价设施绩效往往需要对未来的情况进行预测,这也会增加评价工作的不确定性。可靠程度,是指城市基础设施的实施效果在一定时间内得以维持的可能性。换言之,城市基础设施在设计服务年限内,以特定的服务水平提供服务的可能性。“可靠程度”这一概念适用于所有类型的城市基础设施,但依据项目的不同类型而有不同的表达方式<sup>[9]</sup>。例如,可以用“峰值与日常服务能力的比率”这一指标作为评价设施可靠程度的指标之一。对于给排水基础设施而言,“峰值”的定义可能是“洪峰流量”,如百年一遇的洪水流量;而对于交通基础设施而言,“峰值”的定义则变成“交通峰值”,如最拥挤时段的交通流量等。一般而言,可靠程度指标采用统计学的方式表现。专业工程师和其他基础设施专业人员有时也使用“不可预见费”和“安全系数”等指标来衡量这种不确定性。

环境影响评价是基于可持续发展这一当今社会经济发展的主旋律。城市基础设施无论从资金投入、资源消耗、建设体量,还是运营周期等各方面来说,无疑都远超过普通建设项目,其运营周期内对土地、水源、生物多样性和人居条件等方面的综合影响,应当在评价指标体系中有所反映。

## 二、评价城市基础设施运营绩效的 DEA 方法

目前,国内外绩效评价方法有定性、定量两大类,数十种之多,分别以运筹学、数理统计学、模糊数学、系统工程学等为基础,通过不同的路径和手段分析指标与评价目标之间的相互关系,从而探寻评价对象内、外部各种因素对其绩效的影响程度。针对评价目标、评价对象的基本属性和主要特点,兼顾评价要求、数据采集及处理的可行性,选择合理的评价方法,是提高绩效评价工作质量和效率的关键环节之一。

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法是一种依赖线性规划技术,用于经济定量分析的非参数方法,可以评价组织之间运作的相对有效性,即绩效高低,其工作步骤如图2所示。它的基本原理是基于每一个决策单位(Decision Making Unit, DMU)的现实表现,运用线性规划方法,为选定的投入要素(Inputs)和产出要素(Outputs)寻求最优组合方案,并且计算出决策单位的投入产出比值,即相对绩效值。

与绩效评价的其他定量研究方法相比,DEA方法能够同时处理多重投入和多重产出的效率评价问题,而无需事先设定评价变量的权重,减少了在设定权重时人为主观因素的影响,能够克服其他方法必须先确定各指标权重时不可避免的主观随意性;可以同时处理定性和定量因素,亦可同时处理比率尺度数据及顺序尺度数据,特别是随着线性规划单纯性求解技术的进一步成熟,使得该方法具有较强的操作性;可以比较同类城市基础设施的相对有效性,既可以为上级政府考核和监督下级部门工作提供有效参照,又可以作为一种评价结果,为评价对象改进工作状况、调整决策、实现资源配置最优化提供可靠的依据。近年来,DEA方法在金融机构、医疗机构、公共部门、基础设施等各行各业绩效管理中得到广泛应用并展现出良好的发展前景,逐渐成为绩效评价相关研究的主导工具<sup>[10-12]</sup>。研究对象本身的复杂性使得DEA方法的应用必须借助于相应的软件系统<sup>[13]</sup>。

### 三、案例分析

根据本文构建的评价指标体系,选择城市基础设施的组成部分,主要针对其运营阶段进行绩效评价,既是研究城市基础设施运营绩效评价适用技术方法的有益探索,也是提高相关行业运营效益的客观需要。从事城市基础设施运营绩效评价时,可依据本文所构建的指标体系,针对具体评价对象的基本属性、主要特点和评价目标、评价要求,确定指标范围并借助定性、定量分析手段(德尔菲法、优序图法、相关性检验等)遴选适宜的指标,通过数据处理和运算,得出评价结论(图3),为运营企业改进运营管理工作提供指导和参考。

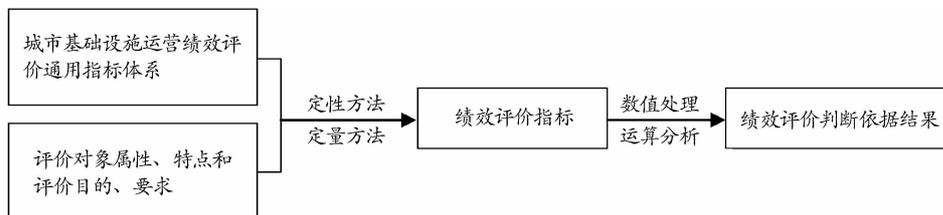


图3 指标体系应用路径

#### (一) 评价对象

案例分析选取某市20座市内加油站作为评价对象,评价其从竣工投产到项目报废阶段的运营绩效。作为城市道路交通基础设施的有机组成部分,市内加油站具有城市基础设施的基础属性和主要特征,如图4所示。随着中国国民经济持续快速增长和经济总量的不断扩大,交通工具总量迅速增加,加油站在城市建设和管理中的节点作用越来越突出;另一方面,绩效评价的效果很大程度取决于数据采集情况,所选评价对象作为成品油零售企业中数量巨大、分布最广和最为基本的生产经营单位,其基础数据详实、完备,能够满足DEA评价方法关于评价对象要在相同的市场条件下运作、要在相似的目标下执行相同的工作任务、投入产出类型要完全相同等要求。

#### (二) 指标选取

在本文构建的通用指标体系基础上,根据评价目的及内容初选18项评价指标(社聘工人数、市场占有率、贷款利息、应收账款周转率、高峰时段车辆等候时间、单站日销量、存货周转率、单站事故率、纳税额、规划与设计费用、工程造价、经营成本、油品损耗率、投资回收期、主营业务毛利率、不可预见费百分比、绿化覆盖率、年环境危害投诉量),在熟悉了解城市基础设施建设及运营相关情况(在相关领域工作五年以上,具有中级以上职称和相当工作经历)的管理研究人员中选定15人作为专家组成员,采用德尔菲法和优序图法进

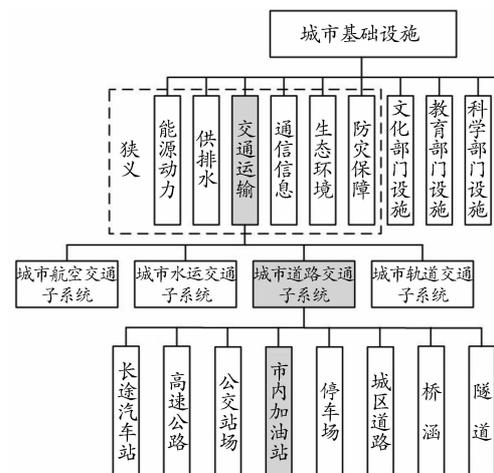


图4 案例分析评价对象

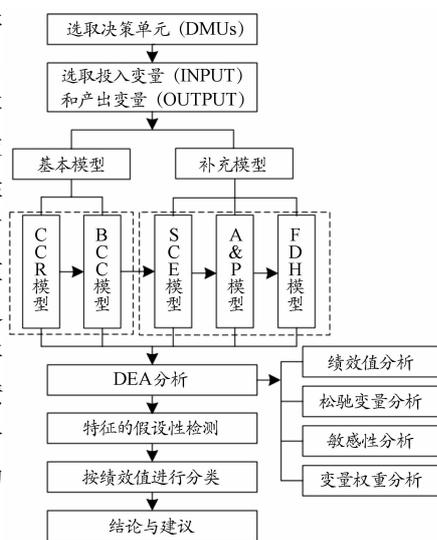


图2 数据包络分析法工作步骤

行遴选。通过函件、电子邮件等形式,向专家送达第一轮调查问卷。问卷简要说明本次绩效评价的对象、目的、程序和方法,备选评价指标的选取依据以及专家意见的表达方式。将平均得分最低的“市场占有率”、“贷款利息”、“应收账款周转率”等4项指标淘汰,余下的14项指标进入第二轮问卷。在第二轮专家咨询中,要求专家再次对指标所能反映市内加油站运营绩效的程度,以及两两指标之间的相对重要性作出判断。通过优序图方法确定指标之间的相对重要性。为避免具有强相关关系的指标进入评价流程,还需对筛选得到的指标体系进行相关性检验。在第二轮问卷调查后保留的12项指标中,剔除了与其余指标具有强相关关系的2项指标,余下的10项指标进入最终的分析 and 计算环节,见表1。

表1 案例分析原始数据

决策单元 (DMU)	投入指标					产出指标				
	社聘工 人数(人)	工程造价 (万元)	经营成本 (元/吨)	存货周 转率(次)	单站 事故率 (次/年)	纳税额 (万元)	油品损 耗率(%)	主营业务 毛利率(%)	不可预见 费百分比 (%)	绿化覆 盖率(%)
1	8.00	1 800.00	279.00	115.30	0.00	62.48	0.27	8.05	3.20	26.00
2	6.00	1 430.00	303.00	132.00	1.00	56.42	0.08	7.58	3.50	23.00
3	5.00	1 722.00	507.00	104.04	2.00	45.94	0.31	7.69	3.10	22.00
4	8.00	2 107.00	298.00	193.65	0.00	77.22	0.25	8.10	2.60	26.00
5	6.00	945.00	216.00	173.52	0.00	68.18	0.16	8.01	5.20	32.00
6	10.00	1 739.00	201.00	233.90	2.00	99.56	0.19	8.15	2.50	10.00
7	12.00	2 415.22	98.00	205.51	1.00	163.52	0.27	8.70	1.80	20.00
8	11.00	2 316.00	236.20	180.50	1.00	66.54	0.16	7.95	2.65	28.00
9	5.00	488.00	299.00	62.37	0.00	56.74	0.22	7.99	3.20	19.00
10	7.00	1 571.00	309.00	166.56	1.00	69.30	0.20	7.94	3.10	30.00
11	2.00	1 286.00	269.00	113.66	1.00	52.92	0.23	7.01	3.70	26.00
12	11.00	2 009.02	263.90	141.50	1.00	64.08	0.41	7.90	3.20	27.00
13	4.00	1 996.00	257.00	105.31	3.00	18.46	0.14	7.78	2.80	25.00
14	18.00	1 242.00	269.20	151.30	1.00	54.66	0.35	8.72	3.00	24.00
15	11.00	2 382.00	217.00	205.51	0.00	82.63	0.26	8.29	2.78	23.00
16	9.00	2 223.00	281.00	199.35	5.00	79.24	0.17	8.20	2.60	29.00
17	10.00	1 761.00	229.00	322.83	0.00	105.16	0.50	8.35	3.10	22.00
18	11.00	1 431.00	299.20	203.50	2.00	76.64	0.26	7.99	2.30	23.00
19	10.00	2 667.00	306.00	259.06	1.00	87.50	0.19	8.33	2.60	26.00
20	9.00	4 758.00	288.00	168.24	0.00	73.08	0.21	8.51	3.10	27.00

### (三) 指标处理

由于指标体系中有些是越大越好的指标,即正向指标,如主营业务毛利率、纳税额等;也有一些指标是越小越好,即负向指标,如经营成本等;还有一些指标为适度指标,如市内加油站绿化覆盖率的适度系数为25%。为消除各类指标间量纲和差异的处理,对10项指标的原始数据进行无量纲化处理。将处理结果送入DEA模型进行绩效评价。

### (四) 评价结果分析

基于DEA方法,有20个决策单元,对第 $j_0$ 个决策单元进行评价的带有非阿基米德无穷小量 $\varepsilon$ 的 $C^2R$ 模型为:

$$\begin{aligned}
 & \max U^T Y_{j_0} \\
 & C^2R \quad \text{s. t.} \quad \begin{cases} \omega^T X_j - U^T Y_0 \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \omega^T X_{j_0} = 1 \\ \omega^T \geq \varepsilon \cdot e^T \\ U^T \geq \varepsilon \cdot e^T \end{cases}
 \end{aligned}$$

求解时通常将此模型转换为其对偶规划模型,形式为<sup>[14]</sup>:

$$\begin{aligned} & \min\{\theta_0 - e \cdot (\sum_{i=1}^m S_{i0}^+ + \sum_{r=1}^s S_{r0}^-)\} \\ C^2R \quad & \text{s. t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i0}^+ = \theta_0 \cdot X_{i0}, i \in \{1, 2, \dots, m\} \\ \sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r0}^- = Y_{r0}, r \in \{1, 2, \dots, s\} \\ \theta_0, \lambda_j, S_{i0}^+, S_{r0}^- \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中,  $\theta_0, \lambda_j, S_{i0}^+, S_{r0}^-$  为所求决策变量,  $m$  为输入指标个数,  $s$  为输出指标个数,  $\theta_0$  值即为 DEA 模型所计算出的相对效率指标。使用者就是根据各决策单元  $\theta$  值的高低来比较各单元的运营效率的优劣。本文借助 Excel 的“线性规划”模板, 计算结果见表 2。

表 2 案例评价结果与参数

决策单元(DMU)	$\theta$	$S^- = S^+ = 0$ 是否成立	$k = \frac{1}{\theta} \sum \lambda_j$
1	0.797	不成立	1.546
2	1.000	成立	1.000
3	1.000	成立	1.000
4	0.963	不成立	1.241
5	1.000	成立	1.000
6	1.000	成立	1.000
7	0.890	不成立	1.252
8	0.835	不成立	1.282
9	1.000	成立	1.000
10	1.000	成立	1.000
11	0.921	不成立	1.279
12	0.583	不成立	1.761
13	1.000	成立	1.000
14	0.707	不成立	2.246
15	0.736	不成立	1.524
16	0.915	不成立	1.319
17	1.000	成立	1.000
18	0.699	不成立	1.418
19	1.000	成立	1.000
20	1.000	成立	1.000

当  $\theta = 1$  时, 称对应的  $DMU_{j_0}$  为 DEA 弱有效, 进一步的, 如果  $S^- = S^+ = 0$  成立, 则称  $DMU_{j_0}$  为 DEA 有效; 当  $\theta < 1$  时, 称  $DMU_{j_0}$  为 DEA 无效<sup>[15]</sup>。结果表明, 该公司所辖加油站的半数站点投入产出达到相对最佳的程度, 运营绩效保持了较高的水平。编号为 2、3、5、6、9、10、13、17、19、20 的 10 座加油站实现了 DEA 有效, 且  $S^- = S^+ = 0$  成立, 表明它们的资源投入得到了相对充分利用, 达到了相对最佳产出。其余 10 座加油站不同程度地存在投入过剩或产出不足的问题, 也存在着规模偏大或者偏小的问题。表 2 中  $k$  为  $DMU_{j_0}$  的规模效益值。当  $k = 1$  时, 称  $DMU_{j_0}$  规模有效; 当  $k > 1$  时, 称  $DMU_{j_0}$  规模收益递减; 当  $k < 1$  时, 称  $DMU_{j_0}$  规模收益递增<sup>[15]</sup>。本例中编号为 1、4、7、8、11、12、14、15、16 和 18 的加油站的规模效益值均大于 1, 呈规模收益递减状态, 即如果所有投入品的数量都以相同的百分数增加, 产量增加的百分数反而小于该百分数。一般认为, 出现规模收益递减的主要原因包括企业生产规模扩大后, 企业内部合理分工被破坏, 生产难以协调; 管理阶层的增加; 产品销售规模庞大、环节加长; 以及获得企业决策的各种信息困难等原因。此外, DEA 方法还能通过对松弛变量和剩余变量的计算和分析, 为绩效不足的决策单元找到改进绩效的方向和路径。

#### 四、结语

基于投资建设、运营管理和服务对象各方要求和关心的目标利益, 客观、准确地评价城市基础运营绩效, 对于提高项目投资建设的投资决策水平, 强化公共设施的建设和运营管理至关重要。

选择科学、合理、严谨的评价指标,是开展绩效评价工作的前提和提高评价结论的客观性、可比性和有效性的关键环节。基于城市基础设施公用、公益性强的基本属性和投入资金多、建设体量大,运行强度大且持续时间长、安全要求高、运营管理涉及面广、影响面大等主要特点,按照科学严谨、系统全面、特征突出和操作可行等基本要求,设计出由实施效果、经济效益、可靠程度和环境影响为一级框架及若干二、三级指标组成的指标体系。

以城市道路子系统的组成部分——市内加油站为对象,针对加油站的运营特点,从本文构建的指标体系中选取主营业务毛利率、纳税额和单站事故率等 10 项指标,运用 DEA 方法得出 20 个站点的相对绩效值,为加油站运营绩效评价提供了依据。

城市基础设施运营绩效指标体系的设计与 DEA 评价方法的引入,可为公用行业投资及运营效果评价的理论研究和技术方法改进提供借鉴和参考。

#### 参考文献:

- [1] PETER S. The use of performance indicators in the public sector[J]. *Journal of the royal statistical society*, 1990(1):53-72.
- [2] DENIS L, JOHN H, ANNA G. International comparisons of Australia's infrastructure performance[J]. *Journal of productivity analysis*, 1997(78):361-378.
- [3] UGWU O O, KUMARASWAMY M M. Sustainability appraisal in infrastructure projects (SUSAIP) Part 2: A case study in bridge design [J]. *Automation in Construction*, 2006(15):229-238.
- [4] 甘琳, 申立银, 傅鸿源. 基于可持续发展的基础设施项目评价指标体系的研究 [J]. *土木工程学报*, 2009(11):133-138.
- [5] GONZALO F S, FERNANDO R L. A methodology to identify sustainability indicators in construction project management: Application to infrastructure projects in Spain [J]. *Ecological Indicators*, 2010(10):1193-1201.
- [6] 李杨, 南峰. 公共服务性企业绩效评价体系构建 [J]. *人民论坛*, 2010(29):238-239.
- [7] ZHANG P C, SRINIVAS P. A generalized modeling framework to analyze interdependencies among infrastructure systems [J]. *Transportation Research Part B*, 2011, 45:553-579.
- [8] 刘生龙, 胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验:1988-2007 [J]. *经济研究*, 2010(3):4-15.
- [9] 杨莉琼, 李世蓉, 徐波. 大型工程项目施工系统可靠性评估 [J]. *重庆大学学报:社会科学版*, 2012(5):64-69.
- [10] SHAO-JEN W, TERESA W, JENNIFER B, et al. An extended DEA model for hospital performance evaluation and improvement [J]. *Health Service Outcomes Research Method*, 2009(9):39-53.
- [11] 孙斌, 王磊, 何玉庆. DEA 方法彰显加油站经营绩效 [J]. *中国石油企业*, 2006(7):76-78.
- [12] 林唐裕. 我国加油站经营管理绩效分析 [EB/OL]. [2012-12-20]. <http://www.tri.org.tw/research/impdf/498.pdf>.
- [13] 马占新. 数据包络分析模型与方法 [M]. 北京:科学出版社, 2010.
- [14] 杨庆芳, 李松, 吴玮. EXCEL 系统在求 DEA 模型最优解中的应用 [J]. *工业技术经济*, 1999(2):84-86.
- [15] 王斌会. DEA 方法的 Excel 实现 [J]. *统计与决策*, 2006(3):143-144.

## The Indicators and Method for Operational Performance Assessment of Urban Infrastructures

CHEN Yuan<sup>1</sup>, HE Wei<sup>2</sup>

(1. School of Construction Management and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China;

2. PetroChina Chongqing Marketing Company, Chongqing 401120, P. R. China)

**Abstract:** Analyzing and appraising the operational performance of urban infrastructures is quite necessary and essential for supporting proper making-decision, improving project management, etc. Following the requirement of scientific, comprehensiveness, distinctiveness and feasibility, the paper developed an indicator system to depict the effectiveness, financial performance, reliability and environmental impact on the urban infrastructures. A case study of urban transportation infrastructure facilities (gas stations) was given at last.

**Key words:** urban infrastructure; operational performance assessment; indicator; method

(责任编辑 傅旭东)