

城市污水处理行业的激励性价格管制

戚瀚英, 王俊豪

(浙江财经大学中国政府管制研究院, 浙江 杭州 310018)

摘 要: 本文在借鉴雪理佛和巴杰夫特提出的区域间比较竞争模型基础上, 引入利润率和质量系数, 构建了两阶段污水处理区域间比较竞争定价模型, 主要运用数据包络分析方法确定标杆企业, 以促进污水处理企业之间的比较竞争。并以浙江省污水处理行业为例, 运用聚类分析方法对污水处理企业的异质性进行区分与分类, 对典型的污水处理企业进行价格测算, 为污水处理行业实行激励性价格管制提供理论依据。

关键词: 污水处理价格; 激励性管制; 区域间比较竞争; 相对效率

中图分类号: F294.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4892(2015)10-0095-08

一、引 言

科学合理的污水处理价格是推进污水处理市场化改革的重要基础, 也是激励污水处理企业提高效率, 降低成本的重要手段。按照现行污水处理的管理体制, 政府首先通过水务企业向排污者(排污企业和居民)收取污水处理费作为专项资金, 然后按一定的污水处理价格和污水处理量, 向污水处理企业支付成本和利润, 专项资金不足部分由政府补贴承担。

但由于污水处理的区域自然垄断特征, 污水处理价格通常以特定区域污水处理企业的实际成本为基础。这导致政府难以甄别污水处理企业成本信息的真实性, 而企业因为缺乏预算约束和竞争性, 缺少降低成本、提高效率的动力, 甚至一些企业为增加收益而虚报成本, 导致污水处理成本、价格不断上升, 政府财政补贴负担加重。因此, 本文运用激励性管制理论, 以期改进当前的定价机制, 解决现有污水处理价格形成机制缺乏激励性和竞争性不足的问题。

二、文献综述

激励性价格管制可分为三种基本方法: 一是最高限价法, 类似于设定企业的预算约束。该方法在20世纪80年代的英国水务行业开始使用, 缺陷是政府管制者对企业的投入产出效率信息不完全; 二是区域间比较竞争机制, 1985年由雪理佛提出, 将同一行业内同类企业的平均成本作为标杆, 高于平均成本的企业会面临亏损, 相反则获得额外利润^[1]。而乔治·梅兰, 克里斯汀·冯将管制滞后因素加入模型, 提出了修正的动态区域间比较竞争模型^[2]。三是特许投标制度, 它侧重于进入管制, 利用拍卖竞价方式, 报价低的企业获得经营权。

收稿日期: 2015-05-24

基金项目: 国家科技重大专项(2015ZX07322-002); 浙江财经大学校级重点课题“民营化背景下城市污水处理行业激励性价格管制政策研究”

作者简介: 戚瀚英(1990-), 女, 浙江诸暨人, 浙江财经大学中国政府管制研究院硕士生; 王俊豪(1956-), 男, 浙江嵊州人, 浙江财经大学中国政府管制研究院教授。

在管制实践中，通常同时运用多种激励性管制方法以提高管制效率。一是区域间比较竞争与最高限价相结合，如英国水务行业早在 20 世纪 90 年代初就开始逐步推行，运用比较竞争设定标杆企业，以标杆企业的绩效和成本作为最高限价的基础^[3]。二是区域间比较竞争与绩效评价相结合，巴杰夫特提出了基于数据包络分析方法 (Development Envelope Analysis, DEA) 的区域间比较竞争模型，主要通过寻找同类企业中全要素生产力最高的企业作为标杆，形成效率边界，评估其余企业的相对于该效率边界的技术效率^①，并估算真实有效的生产成本，作为制定管制价格的基础^[4]。巴杰夫特证明了 DEA 能够降低因企业虚报成本或粗放经营所抽取的信息租金^[5]，并在此基础上构建了基于 DEA 的动态标尺竞争模型，将其运用在输配电价格管制中^[6]。

基于以上评述，对于解决当前污水处理行业因自然垄断缺乏竞争和激励性的问题，区域间比较竞争和其他管制方法结合是较为合理的政策选择。王俊豪认为区域间比较竞争在中国城市污水处理行业具有适用性，并且提出阶段性调整的思路，特别是在初始阶段，由于多种原因 (特别是体制原因) 会造成中国的污水处理企业低效率无法在短期内解决，并且各个污水处理企业的效率差距过大，以统一的标准要求低效率企业，会抑制污水处理行业的发展，因此，需要逐步进行调整^[7]。

值得重视的是，在运用激励性价格管制实践中，如何解决企业间异质性问题存在较大困难。比如马乃毅在应用 DEA 计算相对效率，估算污水处理企业的真实投入成本时，并没有对异质性进行处理^[8]。雪理佛认为可通过计量回归对异质性因素进行调整。塔珀将巴杰夫特基于 DEA 的区域间比较竞争模型应用在巴西供排水处理的定价上，并用 Tobit 模型对相对效率值和环境因素进行回归，调整相对效率值^[9]。可是对于样本量较少的地区，这种回归剔除就显得比较困难。

本文以浙江省最为典型的污水处理企业为样本，构建适合污水处理行业的区域间比较竞争模型；结合浙江省污水处理行业效率现状，提出两阶段的激励性定价模型；在样本数较少的情况下，选用聚类分析方法对比较竞争中具有异质性的污水处理企业进行分类。通过激励性价格管制形成机制的设计促进污水处理行业的比较竞争，促使污水处理企业显示真实成本，努力降低成本，提高效率，进而逐步提升污水处理行业的整体运行效率。

三、理论模型构建

(一) 数据包络分析方法

数据包络分析方法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 是由著名运筹学家 Charnes, Cooper 和 Rhodes 首先提出的一种非参数方法，主要用来评价同类部门 (称为决策单位，简称 DMU) 投入产出的相对有效性。只要知道决策单元的投入与产出，就能对决策单位的相对效率进行估计。产出导向相对效率是指在投入既定的情况下，实际产出与估计的产出边界的比值；投入导向相对效率是指在产出既定的情况下，估计的投入边界与实际投入的比值。

对于产出较为稳定的污水处理企业而言，主要通过降低成本投入来提高生产效率。因此，本文主要说明多项产出与投入下的投入导向数据包络分析方法。现假设有 DMU_i ，有 K 项投入和 M 项产出其第 k 项投入的投入边界为所有 DMU 第 k 项投入的线性加权组合。运用线性规划同时求解最适合的权数以及 DMU_i 边界投入与实际投入比值的最小值。进而，此投入导向 DEA 的方法就是求解如下线性规划方程：

$$\min_{\theta, \varphi} \theta_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

① 技术效率：指在特定生产技术下，企业的投入产出效率，分为产出导向技术效率和投入导向技术效率。产出导向技术效率指在投入一定的情况下，真实产出与边界产出的比值；投入导向技术效率指在产出一定下，边界投入与真实投入的比值。

$$\begin{aligned} \text{s. t.} \quad & -q_i + Q\varphi \geq 0 \\ & \theta_i x_i - X\varphi \geq 0 \\ & \varphi \geq 0 \end{aligned}$$

其中, φ 为 $I \times 1$ 的常数向量, 表示各项投入产出的权数; Q 为产出向量 ($y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{mi}$); X 表示投入向量 ($x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$); θ_i 为 DMU_i 的相对效率值, 即求解得到的边界投入与实际投入比值的最小值。 $-q_i + Q\varphi \geq 0$ 表示 DMU_i 的投入处于投入边界时的产出不能少于实际产出; $\theta_i x_i - X\varphi \geq 0$ 表示 DMU_i 的投入可减少到 $\theta_i x_i$, 但不能少于投入边界。当 $\theta_i = 1$ 时, 说明在特定的生产技术上, 该决策单元位于投入边界, 属于有效率厂商; 当 $\theta_i < 1$ 时, 说明决策单元的投入最多可降低 $(1 - \theta_i)x_i$ 。

上述模型同时被称为规模报酬固定的数据包络分析模型 (CRS-DEA), 如果规模报酬可变, 此时的模型就变为可变规模报酬数据包络模型 (VRS-DEA), 其具体线性规划求解公式为在原有 CRS-DEA 的约束条件基础上添加 $\Pi' \varphi = 1$ 的凸性约束条件, Π 表示元素为 1 的 $I \times 1$ 向量。

(二) 基于数据包络分析的区域间比较竞争模型

巴杰夫特 (1997) 构建了自然垄断企业的成本补偿机制, 提出基于数据包络分析的区域间比较竞争模型, 并应用委托代理理论来解释管制者在信息不对称下的最优成本补偿机制。

假设 n 个企业生产 s 种产品, 企业 i 的实际成本投入为 $X_i \in R_0$, $i \in I = \{1, \dots, n\}$, 产出为 $Y_i \in R_0^S$, $i \in I = \{1, \dots, n\}$ 。 n 个企业拥有类似的成本函数, 其真实有效成本为 $c(Y_i)$, $i \in I$, $c(Y_i) \leq X_i$, 管制者只知道企业的实际成本, 所以给予企业的成本补偿为 $b_i(X_i, Y_i)$ 。管制者的效用最大化就是最小化支付给企业的补偿资金, 尽可能避免补偿企业的无效成本, 因此管制者的最优线性规划问题由下式表示:

$$\begin{aligned} \min_b \quad & E_{c,Y} \left[\sum_{i \in I} b_i [c(Y_i), Y_i] \right] \\ \text{s. t.} \quad & b_i [c(Y_i), Y_i] - c(Y_i) \geq 0 \quad (IR) \\ & b_i [c(Y_i), Y_i] - c(Y_i) \geq (b_i [c(Y_{-i}), X_i, Y] - X_i) + \rho_i (X_i - c(Y_i)) \quad (IC) \end{aligned}$$

式中, IR 为企业的参与约束, 表示只有所有企业的效用大于等于零时, 企业才有参与积极性。IC 为激励相容约束, 表示在该补偿机制下, 任何企业都不会去模仿其他企业的成本类型, 其显示自身真实成本信息获得的效用大于模仿其他企业获得的效用。巴杰夫特得出的最优补偿机制公式如下^①:

$$b_i = X_i + \rho_i (c_i^*(Y) - X_i)$$

式中, $\rho_i \in (0, 1)$ 表示政府要求企业削减的成本占无效成本的比例, 也是政府管制者设定的激励强度。 $c_i^*(Y)$ 由数据包络分析 (DEA) 求得, 求解公式为 $c_i^*(Y) = \theta_i X_i$, θ_i 为企业 i 的相对效率值。该式能激励企业显示自身的真实成本, 也即最优成本投入。具体证明如下:

证明: 假设只有两家类似企业 $I = \{i, j\}$, 他们拥有相同的产量 $Y_i = Y_j$, $X_j \leq X_i$, 管制者对两家企业最优的补偿机制为 $b_i^* = X_j$, 从生产效率的角度来看, X_j 就为企业 i 相对最优的投入边界, 企业 i 的最优补偿额度亦可表示为: $b_i^* = X_j = c_i^*(Y) = \theta_i X_i$, $\theta_i = X_j/X_i$, θ_i 为企业 i 的相对效率值。此时, 企业 i 只有选择最小的成本才能获得最大的补偿。这样, 管制者一方面减少了补偿资金的支付, 另一方面通过向企业 i 支付一定的信息租金 $X_j - c(Y_i)$, 以激励企业 i 显示真实成本, 并努力降低成本, 企业和政府间达到纳什均衡。

(三) 污水处理行业的激励性价格模型

污水处理行业的交易主体有政府 (管制者)、排污者、污水处理企业 (被管制者)。这三者之间

^① 该公式的求解推导过程见 Bogetoft P. DEA-based yardstick competition: The optimality of best practice regulation. Annals of Operations Research, 1997; 285 - 288.

存在排污者 - 政府、政府 - 污水处理企业的双重委托代理关系。本文的研究对象为政府 - 污水处理企业委托关系中涉及的污水处理价格。污水处理企业的价格管制要解决三个问题：一是政府与污水处理企业成本信息不对称；二是污水处理企业缺乏降低成本、提高服务质量和生产效率的动力；三是我国各省市的污水处理企业的规模、累计运行时间、管理水平、技术水平参差不齐，各个污水处理企业生产效率的差距较大。为此，我们借鉴雪理佛(1985)和巴杰夫特(1997)的区域间比较竞争模型，构建适合污水处理行业的两阶段激励性价格管制模型。

假设市场中存在 n 个成本类型相似的污水处理企业，面临类似的客观经营环境，第一阶段的定价模型如下：

$$P_{i,t+1} = \frac{C_{i,t} - \rho_i(C_{i,t} - C_i^{DEA})}{1 - r} \times q_i / Q_i$$

式中， $p_{i,t+1}$ 为污水处理企业 i 在 $t+1$ 期污水处理价格； $C_{i,t}$ 为企业 i 第 t 期的实际成本； $C_i^{DEA} = \theta_i C_{i,t}$ 表示用 DEA 计算所得的企业 i 处于投入边界时的有效成本投入；根据 DEA 的计算原理， $C_{i,t} - C_i^{DEA} \geq 0$ 表示企业 i 应当削减的无效成本； $\rho_i \in [0, 1]$ 为激励强度，表示政府要求企业实际削减的成本占无效成本的比例，该比例需要政府与企业根据实际情况商定； $\rho_i(C_{i,t} - C_i^{DEA})$ 表示企业 i 与政府谈判后，在实际成本基础上应当削减的成本额， $\rho_i \rightarrow 1$ ，表示削减的成本逐步增大， $\rho_i = 1$ 时，应当削减的成本额最大且等于无效成本额； Q_i 为污水处理企业 i 的污水处理量； r 为污水处理企业的利润率； q_i 为污水处理服务的质量系数。

当类似企业的生产效率逐步接近时，污水处理企业 i 的相对效率 θ_i 会接近 1，此时所有污水处理企业所获得信息租金接近零，成本最小化的积极性下降，于是进入第二阶段的定价模型：

$$P_{i,t+1} = \frac{\sum_{i \neq j, j=1}^n \lambda_j c_j}{1 - r} \times q_i$$

式中， $p_{i,t+1}$ 为污水处理企业 i 在 $t+1$ 期的污水处理价格； $\sum_{i \neq j, j=1}^n \lambda_j c_j$ 为除企业 i 外其余污水处理企业的加权平均成本， λ_j 为权数，用企业 i 污水处理量所占份额表示； r 为污水处理企业的利润率； q_i 为污水处理服务的质量系数。

在价格模型实施的第一阶段，主要通过引入比较竞争设立绩效标杆，缩小同类污水处理企业的效率差异，显示真实成本。当各污水处理企业效率接近时，采用第二阶段模型，将同类企业的平均成本作为标杆价格，激励企业间的竞争。模型中各要素的确定思路如下：

(1) 污水处理成本 $c_{i,t}$ 。城市污水处理主要分为污水处理设施建设、运营服务、污泥处理处置以及污水收集输送四个业务流程，每个环节的投入产出类型不同，应当分环节核定成本与成本投入效率。其中污水处理运营服务环节成本属于污水处理企业的运行成本，包括生产成本、期间费用、主营业务税金及附加三方面，其中生产成本包括药剂费、动力费、水费、生产环节职工薪酬、固定资产折旧、修理费、监测检验费、机物料消耗、低价值易耗品摊销等；期间费用包括管理费用、营业费用和财务费用；主营业务税金及附加主要包括城市维护建设税、教育费附加等。

(2) 污水处理有效成本 c_i^{DEA} 。运用 DEAP 软件，对 N 家企业的相对效率进行计算，得到效率系数 θ_i ，此时企业的有效成本由下式决定： $c_{i,t}^{DEA} = c_{i,t} \times \theta_{i,t}$

式中， $c_{i,t}^{DEA}$ 为污水处理企业 i 的处于效率边界时的有效投入量； $c_{i,t}$ 为污水处理企业的实际成本； $\theta_{i,t}$ 为污水处理企业 i 的相对效率。

(3) 污水处理质量系数 q_i 。质量系数 $q_i \leq 1$ 。如果污水处理服务能够完全达到管制者规定的标准，如污水处理量、污染物削减、水质指标都达标，则污水处理质量系数可为 $q_i = 1$ ，反之则小于 1。该指标可用

污水处理出水水质达标率表示,出水水质达标率 = 企业运行中出水水质达标天数 / 污水处理运行天数。

(4) 激励强度 ρ_i 。激励强度系数表示污水处理企业无效成本的削减比例,也是政府从污水处理企业抽取的信息租金的比例,取值范围为 $\rho_i \in [0, 1]$ 。由政府管制者和污水处理企业谈判决定。如果政府需要加强管制强度,提高当前的水污染治理水平,可提高 ρ_i 的值,使污水处理企业最大程度地削减成本。若当地经济水平较低以及企业承受能力较小,可适当降低取值。

(5) 污水处理企业利润率 r 。模型中所指利润率为污水处理的销售利润率。投资利润率与销售利润率间的转换公式为:利润额 = 资产额 \times 投资利润率 = 销售额 \times 销售利润率。污水处理行业微利经营,当期销售额接近当期分摊的投资额,因而为了简化销售利润率的确定,本文以投资利润率代替销售利润率。污水处理企业属于公共服务事业,污水处理价格应当尽量保持低水平。因此,最优投资利润率应当等于资本市场的无风险收益率,可采用当年一年期国债收益率作为利润率。

四、浙江省城市污水处理价格测算

近年来,浙江省不断加强水污染治理,加大对污水集中处理设施的建设投资。根据住房与城乡建设部统计,截至 2014 年浙江省共投入运行 175 座城镇生活污水处理企业。考虑到数据可得性,本文选取浙江省 11 个设区市中具有代表性的大型污水处理企业作为区域间比较竞争第一阶段价格模型的测算对象,剔除数据不全的金华、丽水、温州三市,共获得 8 个设区市 24 个污水处理企业 2013 年的数据,来源为《中国城镇排水统计年鉴 2014》以及部分调研数据。

(一) 污水处理企业的分类

1. 污水处理企业成本影响因素

在生产经营中,影响企业成本函数类型的因素可分为客观因素和主观因素两类。客观因素是企业先天所处的环境因素,主观因素是指企业自身的成本管理水平,可通过竞争激励改变。按区域间比较竞争模型的假设,比较竞争的企业应当处于类似的客观环境,因而,我们以客观因素为标准对污水处理企业进行分类。

(1) 地理环境。地理环境不同,地形不同,需要的管网、泵站、进水口等一系列设施不同,会造成不同建设成本。如果属于同一地区的污水处理企业进行比较,可以忽略地理环境这一因素。

(2) 市场环境。主要影响污水处理的建设投资和运营成本。服务地区的人口会影响污水处理企业的规模;人均可支配收入、公用事业职工平均薪酬,消费价格指数、生产价格指数影响污水处理企业各要素投入的成本水平;收入水平与价格指数越高,污水处理企业面临的要素投入成本就越高;工业生产总值占比表示当地工业的发达程度,工业较发达,工业污水排放量也会较高,使污水处理企业的进水水质变差,提高污水处理成本。

(3) 生产环境。生产环境是指污水处理企业的客观运行环境。包括实际进水水质、负荷率、污水处理企业运行时间、实际处理规模、出水标准等。实际进水水质且不稳定,污水处理企业每天的药剂费、动力费等可变成本随之不断发生变化,如果水质超过设计水质标准,会导致超负荷运行甚至瘫痪;负荷率是指实际污水处理量与设计规模比例;运行时间影响污水处理企业设备的运行效率,运行时间长,运行效率会逐步下降;实际处理规模主要由当地污水排放规模决定,与季节、生产生活等密切相关,并且具有明显的规模效应;出水标准由国家规定,出水标准越高成本越高。

根据上述分析,共可得 11 个分类指标,分别为:总人口、工业生产总值占比、人均可支配收入、运行时间、实际进水水质、公用事业行业人均工资水平、生产价格指数、消费者价格指数、出水标准、实际处理规模、负荷率。

2. 数据分析

聚类分析是一种按照样本之间的相似性将样本进行归类的多元统计分析方法。本文运用系统聚类法，采用欧式距离 (Euclidean distance) 测度样本距离，用最近相邻法，将全部 n 个企业看成 n 类，然后进一步区分，将最相似的两类企业合并为一个新的类别，得到 $n - 1$ 类，依次类推，直到得到需要的类数完成分类。在分类前，由于变量的单位量纲各不相同，需将数据做标准化处理^①，处理后数据与变量的量纲无关。我们将 24 个污水处理企业从 1 到 24 分别编号，根据运行结果，污水处理企业具体分类见表 1。

结果显示，大部分污水处理企业被归为一类，编号为 20、22、24 的污水处理企业各自单独为一类。产生这种现象的原因主要有两个，一是就市场环境而言，选取对象为 11 个设区市中最为典型的污水处理企业，所属区、县之间的市场环境差别不大；二是就生产环境而言，大部分污水处理企业的处理规模均在 15 万立方米/日以下，但编号 20、22、24 的污水处理企业的规模分别为 60 万立方米/日、30 万立方米/日、90 万立方米/日，彼此之间相差甚远，且远超出其他企业。同时，编号 22、24 的污水处理企业实际进水水质在 1000Mg/L，其余企业实际进水水质在均值 300Mg/L 左右。可见，编号 20、22、24 被单独归类有一定的合理性。

(二) 污水处理相对效率分析

污水处理企业存在规模效应，而且城市生活污水排放不会发生大幅度的变化，为此，本文选取 VRS-DEA 模型计算投入导向相对效率。我们运用污水处理企业运营服务环节的成本数据，对污水处理的价格进行测算。污水处理企业分类结果显示，编号 20、22、24 各自为一类，没有比较竞争对手，计算相对效率时剔除这三个样本。

根据污水处理企业的运行特性，21 个样本的投入和产出要素具体如下：投入要素为污水处理总运行费用 (元)、污水处理企业职工人数 (人)；产出要素为污水处理总量 (吨)、年度 COD 削减量 (吨)、湿污泥物质产量 (吨)。运用 DEAP 软件包得到 21 个样本的相对效率系数，具体结果见表 2。

表 2 21 个样本污水处理企业激励性管制价格测算结果

编号	crs	vrs	scale		编号	crs	vrs	scale	
1	0.833	1.000	0.833	irs	12	0.400	0.433	0.925	drs
2	1.000	1.000	1.000	—	13	0.202	1.000	0.202	irs
3	0.530	0.647	0.820	irs	14	0.292	0.380	0.768	irs
4	1.000	1.000	1.000	—	15	0.480	0.799	0.600	irs
5	0.315	0.413	0.762	irs	16	0.220	0.333	0.661	irs
6	0.346	0.564	0.614	irs	17	0.326	0.554	0.588	irs
7	0.556	0.612	0.909	irs	18	0.312	0.729	0.428	irs
8	0.688	0.734	0.938	drs	19	0.403	0.462	0.873	drs
9	1.000	1.000	1.000	—	21	0.608	0.662	0.919	drs
10	1.000	1.000	1.000	—	23	0.634	0.809	0.784	drs
11	1.000	1.000	1.000	—	Mean	0.578	0.721	0.792	

注:crs:固定规模报酬下的相对效率;vrs:可变规模报酬下的相对效率。irs:规模报酬递增;drs:规模报酬递减;当 crs 与 vrs 相对效率相等时规模报酬不变。

① 标准化公式为： $x_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$, $i = 1, 2, 3 \cdots, n, j = 1, 2 \cdots p$

从表 2 可以看出，考虑规模报酬的 *vrs* 相对效率值明显高于不考虑规模报酬 *crs* 时的相对效率值。有 7 家污水处理企业 *vrs* 的相对效率为 1，说明这 7 家构成了所有污水处理企业的生产投入边界，构成整个样本群体的绩效标杆。剩余 14 家污水处理企业的相对效率差距较大，高于总体平均值 0.721 的有 4 家，分别为编号 8、15、18、23，低于平均值的有 10 家。另外，存在规模报酬递增的企业有 11 家，规模报酬递减的企业有 5 家，剩余 5 家为规模报酬不变。

(三) 污水处理价格测算结果

将相对效率值与各污水处理企业的成本数值代入第一阶段激励性价格模型。2013 年资本市场无风险利率为 3.5%^①，作为污水处理企业利润率。激励强度 ρ_i 取值范围为 [0, 1]，本文按 ρ_i 取值范围测算目标价格的范围，表 3 中括号内左侧数据为 $\rho_i = 0$ 时的结果，右侧为 $\rho_i = 1$ 时的结果。

结果显示，当 $\rho_i = 0$ ，即政府对污水处理企业没有管制激励时，有 19 个污水处理企业能实现微利经营。只有编号 5、19 的企业的目标价格低于成本，这是由于这两个污水处理企业的质量达标率分别为 91.23%、91.78%，远低于规定的质量标准，导致政府对其成本补偿下降。随着 ρ_i 的逐步增大，各污水处理企业的目标价格开始逐渐低于实际成本，说明大部分污水处理企业存在成本下降空间，激励强度越大，成本下降越多。根据表 3 数据，相对效率为 1 的企业，激励强度的改变不影响其目标价格。并且相对效率低的企业，普遍价差较大，如编号 5、12、14、16、19，目标价格比实际成本低 0.56 ~ 1.15 元/吨。

表 3 目标价格测算结果

编号	相对效率 (<i>vrs</i>)	运行总成本 (万元)	污水处 理总量 (万吨)	目标 价格范围 (元/吨)	价格与实际 单位成本 差额范围	编号	相对效率 (<i>vrs</i>)	运行总成本 (万元)	污水处 理总量 (万吨)	目标 价格 (元/吨)	价格与实际 单位成本 差额范围
1	1.000	810.00	2024.78	(0.41,0.41)	(0.01,0.01)	11	1.000	3500.12	5334.15	(0.68,0.68)	(0.02,0.02)
2	1.000	156.00	1011.24	(0.16,0.16)	(0.01,0.01)	12	0.433	2891.00	2855.44	(1.05,0.45)	(0.04,-0.56)
3	0.647	1483.24	1670.55	(0.92,0.60)	(0.03,-0.29)	13	1.000	422.00	317.82	(1.38,1.38)	(0.05,0.05)
4	1.000	4461.00	4687.00	(0.95,0.95)	(0.00,0.00)	14	0.380	2370.19	1678.60	(1.46,0.56)	(0.05,-0.86)
5	0.413	2782.00	2253.30	(1.17,0.48)	(-0.07,-0.75)	15	0.799	1966.39	1060.90	(1.92,1.53)	(0.07,-0.32)
6	0.564	1324.00	1365.00	(1.01,0.57)	(0.04,-0.40)	16	0.333	2522.00	1441.00	(1.81,0.60)	(0.06,-1.15)
7	0.612	1726.77	2631.58	(0.68,0.42)	(0.02,-0.24)	17	0.554	1100.86	1247.94	(0.91,0.51)	(0.03,-0.38)
8	0.734	1917.52	3602.89	(0.55,0.40)	(0.02,-0.13)	18	0.729	1026.45	772.83	(1.38,1.00)	(0.05,-0.32)
9	1.000	1010.43	3745.05	(0.28,0.28)	(0.01,0.01)	19	0.462	7975.69	4334.00	(1.75,0.81)	(-0.09,-1.03)
10	1.000	1241.15	3238.00	(0.40,0.40)	(0.01,0.01)	21	0.662	7315.00	3875.12	(1.96,1.29)	(0.07,-0.59)
						23	0.809	2340.00	3843.00	(0.63,0.51)	(0.02,-0.10)

五、结论与政策建议

本文基于激励性价格管制的相关研究结论，构建了两阶段区域间比较竞争定价模型，并且应用于浙江省污水处理价格的测算中。该模型较为合理地计算出污水处理企业成本的无效投入，同时，DEA 的应用简化了政府对污水处理企业定价管理所需的信息，实现了污水处理企业间效率的比较竞争，促使企业提高绩效，降低成本。当前，我国污水处理管理体制实施激励性价格管制可从以下几方面进行：

1. 构建较为全面的绩效评价比较竞争体系，实现污水处理企业绩效的提升。以浙江省污水处

^① 以中央结算公司公布的 2013 年一年期附息国债利率均值作为无风险收益率 (<http://www.chinabond.com.cn/jsp/include/EJB/queryResult.jsp?queryType=0&sType=2&zqdm=&zqjc=&zqxz=01&eYear2=2013>)。

理企业绩效评价为例, 样本企业间效率差异大, 大部分企业低于行业平均水平。通过效率的比较竞争, 有利于缩小企业间的效率差异, 提升整体的效率水平。

2. 合理设置污水处理企业的激励强度。政府应当依据当前的经济情况, 环境情况、企业运营情况来确定激励强度。如果当地经济比较落后, 污水处理技术和管理水平无法在短时间内提升, 政府可适当降低激励强度, 反之应当加大激励强度。如何将激励强度与服务质量、环境条件、经济条件间的关系定量化, 有待进一步的研究。

3. 以全成本核算为基础实施整个污水处理行业的激励性价格管制政策。污水处理全成本包含四个环节, 每一环节的成本投入效率都会影响下一个环节的成本投入。因此, 有必要从全成本角度构建污水处理企业建设投资、污水处理运营服务、污泥处理处置、污水收集运输环节建立全面的成本、效率比较竞争体系。

参考文献:

- [1] Shleifer A. A theory of yardstick competition [J]. Rand Journal of Economics, 1985, 16(3): 319-327.
- [2] Meran G, Von Hirschhausen C. A modified yardstick competition mechanism [J]. Journal of Regulatory Economics, 2009, 35(3): 223-245.
- [3] John W Sawkins. Yardstick competition in the English and Welsh water industry-fiction or reality? [J]. Utilities Policy, 1995, 5(1): 27-36.
- [4] Bogetoft P. DEA-based yardstick competition: The optimality of best practice regulation [J]. Annals of Operations Research, 1997, 73: 277-298.
- [5] Bogetoft P. DEA and activity planning under asymmetric information [J]. Journal of Productivity Analysis, 2000, (13): 7-48.
- [6] Agrell P J, Bogetoft P and Tind J. DEA and dynamic yardstick competition in scandinavian electricity distribution [J]. Journal of Productivity Analysis, 2005, (23): 173-201.
- [7] 王俊豪. 城市污水处理行业的竞争机制与标杆价格原理 [J]. 财贸经济, 2013, (3): 132-137.
- [8] 马乃毅. 城镇污水处理定价研究 [D]. 陕西: 西北农林科技大学博士学位论文, 2010.
- [9] Tupper H C, Resende M. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: An empirical study [J]. Utilities Policy, 2004, 12(1): 29-40.

The Incentive Price Regulation of Municipal Sewage Treatment Sector

QI Han-ying, WANG Jun-hao

(China Institute of Regulation Research, Zhejiang University of Finance & Economics, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper builds a two-stage yardstick competition model of sewage treatment sector by introducing profit rate and quality coefficient into the model put forward by Shleifer and Bogetoft. It uses Data Envelopment Analysis method to determine yardstick firms in order to promote yardstick competition among sewage treatment enterprises. Then taking Zhejiang province as an example, this paper classifies sewage treatment enterprises by clustering analysis method which can correct heterogeneity of firms, and calculates the price of some typical sewage treatment enterprises. All of these provide some academic references for implementing incentive price regulation.

Key words: sewage treatment price; incentive regulation theory; yardstick competition; relative efficiency

(责任编辑: 风 云)