

基于 DEA 模型的中国水行业上市企业的效率和业务类型关系研究

杨卓璇¹ 马源培¹ 李慧嘉²

(1. 华北电力大学(北京) 经济与管理学院, 北京 102206; 2. 北京邮电大学 理学院, 北京 100876)

摘要 水行业是指由原水、供水、节水、排水、污水处理及水资源回收利用等构成的产业链, 水行业是最重要的城市基本服务行业之一, 改革开放以来, 随着中国城市化进程的加快, 水行业的重要性日益凸显. 为了寻找企业效率与业务类型之间的关联, 本文选取 2001-2016 年的水行业上市公司为样本, 以主营业务收入、净利润为产出指标, 以总资产、主营业务成本、公司员工数量为投入指标来定义企业的效率. 基于 DEA 模型评价多投入多产出决策单元效率具有显著优势, 选取 DEA 模型来分析水行业上市公司效率. 结合中国科技水平不断提高, 行业结构不断升级的现状, 着重分析水行业上市公司效率与业务类型及其变化的关系, 佐证了水行业上市公司其企业效率与业务类型之间存在较强的相关性, 从而帮助不同企业有针对性地持续更新技术, 规范管理制度, 更快成长.

关键词 水行业; 上市公司; 企业效率; DEA 模型; 业务类型

中图分类号 TP393

文献标识码 A

0 引言

水行业是国家的一项重要产业, 与我国居民的日常生活息息相关. 水行业工作比较复杂, 需负责水资源的开发利用、输水运水、污水处理等工作, 及时维护各类制水设备和水资源运输管道完善国家的运输, 还需配合其他相关产业的工作. 现已经形成了由原水、供水、节水、排水、污水处理为一体的完整产业链. 但随着我国自然环境、经济条件等发生的改变, 水行业企业也在相应地不断扩展和更改其业务类型. 在此趋势下, 对水行业的相关企业的效率变化与企业业务类型及其变化关系评价的需要逐渐凸显, 而现有的研究中, 国内相关的研究其实较少, 尤其是对水行业的企业绩效的评价. 陈君君等主要用主成分分析的方法, 对深入研究分析了从 1999 年到 2007 年之间不同产权制度下的城市水务企业的经营绩效, 最终结果表明, 我国国有相关企业的绩效水平明显差于外资水务企业的^[2]. 高大鹏借助 DEA 分析方法, 对企业的财务报表进行深入分析, 了解其投入与产值的关系, 进而得出相关企业经营效率的数值. 从相关研究结果可以看出, 在 2005-2009 年之间, 整个水务行业的企业都比较低迷, 产值较低, 运营情况一般^[3]. 陈明和周萌萌研究了水务行业 2007-2011 年的状况, 随机选取了五家民营企业为样本, 收集了企业五年间的财务数据, 使用 DEA 方法进行分析, 计算该公司的产值; 在此基础上又进行了差异性分析, 最终结果依旧显示我国整个水务行业的发展不容乐观^[4]. 孙超平、徐本勇等人考虑到企业类型对实验结果的影响, 他们分别选取了 12 个不同同性质、不同地区、不同实力且具有代表性的样本企业, 对这些企业在 2012 年到 2014 年期间的经营绩效进行了分析, 这一评价方法使用了 DEA 模型, 最终他们认为在自从 2012 年开始的三年时间, 这 12 家企业的绩效水平较低, 在这一结论的基础之上, 他们提出了一些政策建议, 认为国有单位在管理方式、技术水平等方面应多加注意, 而民营企业目前的客户较少, 需要尽快拓展市场, 且二者之间应优势互补, 实现水务行业的快速发展^[5]等等. 阮丹枫, 韩丽红整理出大量经营绩效评价的相关指标数据, 这些数据全部来自于自从 2012 年开始的三年时间内共 13 家

收稿日期: 2020-03-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(71871233); 北京市自然科学基金项目(9182015, 1202020)资助

通讯作者: 李慧嘉, 男, 汉族, 博士, 特聘研究员, 研究方向: 数据挖掘、复杂网络、信息检索, E-mail: hjli@amss.ac.cn.

水公用事业上市公司,他们站在技术和规模的角度上,分析技术和规模对企业产值的影响,其研究结果得出水公用事业上市公司企业总体效率低下的结论^[6].他们也因此对水公用事业上市公司提出了诸多建议,如完善内部管理控制体系、提高综合经营管理能力、充分借助产业优势将企业做大做强、抓住核心业务增强企业实力等。

综上,现有的研究大都是对于水行业中某一类企业进行绩效分析,且选取的时间周期较短,样本数量较少,结果不全面,也没有与企业的业务类型建立起相关的联系.本文选取水行业包含的各种业务的代表企业进行企业效率分析,选取了 2001-2016 年的企业财务数据进行分析,并且结合科技不断发展的趋势,利用 DEA 这一多投入多产出评价模型,着重分析企业效率与业务类型及其变化之间的关系.研究表明,水行业上市公司现存的业务类型中,水处理业务、供水业务的效率较高,以水力发电及相关业务为主营业务的企业效率较低,水再生技术尚未得到实现,但这是一个比较好的研究方向.其次,从样本公司企业效率来看,企业业务多元化有助于提升企业的长期竞争力.最后,在短时间周期内,企业业务类型的变化会使企业的效率发生波动,综合效率与纯技术效率下降明显.在相对较长的时间周期后,企业的效率会恢复至原有效率水平之上.

1 中国水行业上市企业业务类型发展变迁分析

1.1 水行业上市公司基本情况

以 2016 年为统计节点,目前,水行业上市公司共有 23 家,其中有 11 家公司在 2001 年及 2001 年之前已经上市,公司成立发展的时间较长.从 2005 年到 2009 年这 5 年内没有企业上市,而在近三年即 2014-2016 年内上市的公司有 4 家.

从下图中可以看出,水行业现存的上市公司中,上市时间超过 16 年的企业数量最多,其余公司的上市时间集中在 2003-2004 年、2010-2011 年、2014-2015 年这几个时间段.从企业上市的时间来看,水行业大部分企业整体发展时间较长,上市时间较为集中.

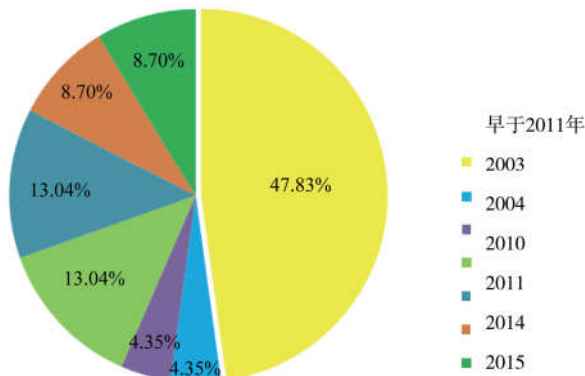


图 1 水行业上市公司上市时间比例图

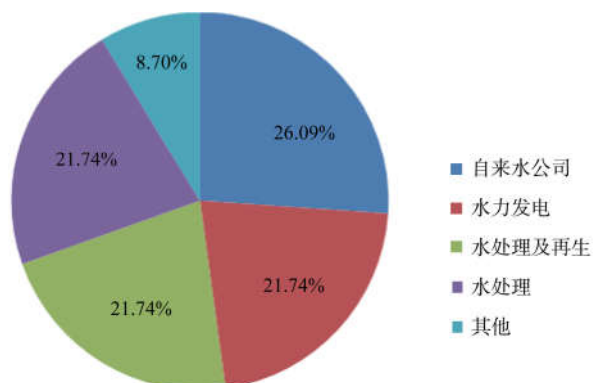


图 2 水行业各上市公司业务分类比例图

同时,从企业的上市地点来看,水行业具有一定的地域性,其上市公司大多集中在南方.而在北方地区的范围内,位于北京的上市公司数量最多,在其余北方地区,几乎不存在水行业上市公司.在南方,水行业上市公司在江浙、川渝、以及两广这三个地区的分布最为集中.

在这 23 家企业中,有 6 家企业其上市时主营业务并没有涉及到水行业,在其企业发展的过程中,将其原有主营业务转变为水行业相关业务,属于借壳上市.

1.2 水行业上市企业业务类型的划分

水行业围绕水资源开展了一系列生产经营项目,是一个完整的产业链.分析上述部分公司年报中关于企业业务类型的部分和水行业的基本产业链,可以得出水行业上述公司业务类型图(见图 2),其中,国中水务、重庆水务等 6 家自来水公司的主营业务是用水业务以及水处理业务,岷江水电、三峡水利等 5 家企业的主营业务是水力发电业务.远达环保、中国天楹等 5 家企业的主营业务仅为水处理业务,科融环境、碧水源等 5 家 2010 年以后才上市的企业其业务类型为水处理及再生业务类型,而创业环保、钱江水利和兴蓉环境等企业业务广泛,采取的是多元化发展战略.

1.3 水行业上市公司业务类型变化及原因

通过对上述 23 家公司的 2001-2016 年每年主营业务的分析,可以得到水行业上市公司的这 16 年的基

本情况表(见表 1)以及上述公司现主营业务类型各自所占的比例(见图 3)。

从企业的主营业务表中可以看出这 23 家公司中,除仅以水力发电为主营业务的几家企业,其余公司的主营业务中都包含污水处理业务,说明污水处理业务是目前水行业中最重要业务类型。

表 1 2001-2016 水行业上市公司基本情况表

股票名称	数据持续期间	变化次数	是否多元化	上市时点业务类型	2016 年业务类型	区位
远达环保	2001-2016	1	√	其它	水处理	重庆
	2001-2004		√		水处理	
创业环保	2005-2009	2	√		供水业务、水处理	天津
	2010-2016		√		供水业务、水处理及再生	
瀚蓝环境	2001-2016	1	√	供水业务	供水业务、水处理	广东
钱江水利	2001-2016	1	√	供水业务、水力发电	供水业务、水力发电、水处理	浙江
国中水务	2001-2016	1	√	其它	供水业务、水处理	黑龙江
梅雁吉祥	2001-2016	0	√	水力发电	水力发电	广东
岷江水电	2001-2016	0	√	水力发电	水力发电	四川
三峡水利	2001-2016	0	√	水力发电	水力发电	重庆
	2001-2009		√		其它	
兴蓉环境	2010-2012	2	√		供水业务、水处理	四川
	2013-2016		√		供水业务、水处理、水再生	
凯迪生态	2001-2016	1		水处理	水力发电	湖北
中国天楹	2001-2016	1	√	其它	水处理	江苏
安徽水利	2003-2016	0	√	水力发电	水力发电	安徽
洪城水业	2004-2016	1	√	水的生产	供水业务、水处理	江西
重庆水务	2010-2016	0	√	供水业务、水处理	供水业务、水处理	重庆
科融环境	2010-2016	1	√	其它	水处理、再生	江苏
碧水源	2010-2016	1	√	水处理	水处理、再生	北京
江南水务	2011-2016	0	√	供水业务、水处理	供水业务、水处理	江苏
中电环保	2011-2016	0	√	水处理、再生	水处理、再生	江苏
兴源环境	2011-2016	1	√	其它	水处理	浙江
高能环境	2014-2016	0	√	水处理	水处理	北京
国祯环保	2014-2016	0	√	水处理	水处理	安徽
绿城水务	2015-2016	0	√	供水业务、水处理	供水业务、水处理	广西
博世科	2015-2016	0	√	水处理、再生	水处理、再生	广西

这 23 家上市公司中,有 43.48%的企业没有实现业务的多元化,以单一的水处理或水力发电为主营业务。在现有的六种业务类型中,以水的生产、运输、处理这一业务类型为主营业务的企业数量最多,占比 26.09%。

从四种基本业务类型来看,这 23 家企业中,78.26%的企业的主营业务中都包含了污水处理业务,其次为供水业务,各有 39.13%的企业包含了这两种业务,而包含水力发电及水的再生这两种主营业务的企业相对来说最少,仅有 26.09%的企业的主营业务中包含了这两种业务类型。

从表 2 中可以看出,这 23 家上市公司中有 11 家企业业务类型没有发生过变更。没有发生过业务类型变更的企业有两个特点:第一,公司上市时即以水力发电为主营业务的 4 家企业都没有发生业务类型的变更,说明这一类企业具有一定的特殊性。第二,除以水力发电为主营业务的几家企业,其余业务类型未发生变动的企业上市时间较短,说明企业在上市初期,一般不会选择进行业务类型的变更,以使企业稳定地发展。

从发生转型的企业转型的时间点来看,企业转型主要集中在 2008-2010 年以及 2012-2015 年这两个时间段.同时,在 2008-2010 年间,很多企业扩展了水处理业务,可能是因为我国在 2008 年对《中华人民共和国水污染防治法》进行了补充,企业紧跟国家政策做出了调整.而在 2012-2015 年内转变业务类型或者上市的企业有一大部分都将业务领域扩展到水的再生以及新型水处理衍生业务等相关高科技的业务类型.这说明随着科技水平的不断提高,水行业上市公司积极地采用新型技术,进行业务转型以保证企业的长期发展.

2 水行业上市企业效率评价方法与指标选择

2.1 基于 DEA 的企业效率评价方法

DEA 属于非参数方法,其中两个基础模型,一个是 CCR 模型,另一个是 BCC 模型,该方法用于研究相同类型的多投入、多产出决策单(DMU)相对有效性^[7].1984 年时,Banker,Charnes、Cooper 提出数据包络分析模型(BCC 模型),且单位的规模收益不需恒定,该模型把总体技术效率分为两项:一是纯粹技术效率(Pure Efficiency,PE),二是规模技术效率(Scale Efficiency,SE).决策单位在消除组织规模的影响后达到的技术效率,方可作为纯粹技术效率,规模技术效率可以用来检测决策单位是否在最佳规模状态下开展生产工作^[8].DEA 方法完美切合“多元最优化准则”,在计算资源配置效率的方法中,是较为合理、准确的分析方法^[9].然而,现阶段我国关于国内水务行业的生产函数和成本结构的研究十分稀少,因此不能采用随机前沿分析方式.DEA 方法中不需要设定生产函数,该方法普遍得到了国际水务行业的认可,接下来使用 DEA 对这一行业进行效率分析^[10].

在对企业进行绩效评价时,DEA 是一种普遍被使用的线性规划模型,它通过分析样本投入、产出数据而获得各决策单元的综合效率值^[11].在我国,CCR 与 BCC 模型是被应用最多的两种 DEA 方法^[12].然而,CCR 模型的使用前提是生产必须保证规模报酬恒定,而现实中不少企业分规模报酬会发生变化,在规模报酬可变的基础上,一般采用 BCC 模型来计算生产个体的相对效率值,利用该模型计算公司的效率时会考虑到投入与产出这两项数据.但统计水行业的产出不便统计,但投入的数据容易计算,因此,本文综合采用了投入导向型的 CCR 模型,并结合 BCC 两个模型共同计算水企业的效率.

假设有 n 家上市水企业(DMU),每家上市水企业的投入与产出指标种类分别为 m 与 p .设 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ 是第 j 家上市水企业的投入向量, $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{pj})$ 是第 j 家上市水公司的产出向量,用 (X_j, Y_j) 表示第 j 家上市水公司(DMU _{j}). $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$, $u = (u_1, u_2, \dots, u_j)^T$ 表示相应的权系数^[13].我们总能适当地选择权数 v 与 u ,从而使得, $\frac{u^T Y_0}{v^T X_0} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n$ 便可以构建以下最优化的原始规划模型,即 CCR 模型^[14]

$$\begin{aligned} & \max \frac{u^T Y_0}{v^T X_0}, \\ & \text{s. t. } \max \frac{u^T Y_j}{v^T X_j} \leq 1, j = 1, \dots, n, ux \geq 0, v \geq 0. \end{aligned}$$

通过使用 Charnes-Cooper 变换与对偶变换,添加松弛变量 S^- 与 S^+ (S^- 表示投入余, S^+ 表示产出不足),再引进非阿基米德无穷小量 ϵ ,并且增加对权重的凸性约束 $\sum_{\lambda_j} = 1$ ^[15],从而获得基于投入导向的 DEA 模型,即 BCC 模型 ($D_{2\epsilon}$)^[16]

$$\begin{aligned} & \min [\theta - \epsilon(e^T S^- + \epsilon e^T S^+)], \\ & \text{s. t. } \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^+ = \theta X_0, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^- = \theta Y_0, \\ & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, S^- \geq 0, S^+ \geq 0, \end{aligned}$$

其中 $\hat{e}^T = (1, 1, \dots, 1) \in R^m$, $e^T = (1, 1, \dots, 1) \in R^p$.

使用 BCC 模型 ($D_{2\epsilon}$) 能够测算被考察决策单元是否有技术效率:即设线性规划问题 ($D_{2\epsilon}$) 的最优解

为 $(\lambda_j^0(\forall j), S^{-0}, S^{+0}, \theta^0)$, 若 $\theta^0 = 1$, 且 $S^{-0} = 0$, $S^{+0} = 0$, 则决策单元 DMU_n 为运作相对有效单元^[17].

2.2 水行业上市企业效率评价指标的选取

本文目的是探究水行业上市公司的业务对其对公司产值的影响, 对 2001-2016 年水行业的上市公司进行了研究. 为客观全面地反映水行业所有业务上市公司的效率, 样本选取了取水、制水、输水、水的利用与开发、水的处理以及水的再生这一水产业链全过程中每一个业务类型代表的上市公司, 以涵盖水行业的全部业务类型. 选取的样本企业中, 有 11 企业均在 2000 年或 2000 年之前已经上市, 企业存在及发展的时间较长, 业务类型变更情况较多. 其中电环股份有限公司, 徐州科融环境资源股份有限公司等企业在创业板上市, 上市时间较短, 业务类型偏向于新型业务. 这样所选取的样本具有普遍性, 可以全面的反映出水行业上市公司的企业效率.

其次, 在选择投入与产出指标时, 为反应出公司的规模以及资源利用情况, 设定投入指标的内容为总资产、主营业务成本、公司员工总数三项, 设定产出指标的内容为主营业务收入、净利润两项. 确保数据的真实性, 本文大部分数据来自于上海证券交易、深圳证券交易所, 还有部分数据来自于万德数据库.

表 2 水行业上市公司绩效评价的输入输出指标

指标	单位	说明	
输入指标	总资产	元	总资产是指某一经济实体拥有或控制的、能够带来经济利益的全部资产, 反应了企业目前所能支配的资源.
	主营业务成本	元	主营业务成本是与主营业务收入相对应的那部分成本, 能够反映企业对其主营业务的投入程度, 因此作为投入指标.
	员工人数	人	员工人数能较好地反映企业的规模大小与人力投入程度是企业投入指标中重要的组成部分.
输出指标	主营业务收入	元	水行业上市公司的营业收入是企业在水的生产、运输、利用、处理、再生这些业务中所取得的营业收入, 能够反应企业的生产以及经营水平, 进而体现企业的效率.
	净利润	元	净利润是公司的盈利能力的直接体现, 因此选取这一指标其作为产出指标较.

3 中国水行业上市企业效率变化与业务类型关系的实证分析

3.1 数据的获取与处理方法

由于 DEA 模型要求模型中的投入产出数据均为正值, 为对于上市公司的产出指标中, 其净利润指标会出现负值, 为保证计算结果的严谨性, 需要对所选取的指标进行非负化处理; 同时, 在同一时间周期内还要确保其相对差距恒定, 最终计算的各企业的效率才有意义. 因此本次研究对计算公式进行了改进, 提出了符合本次研究内容的非负化公式, 进行非负化操作后, 并把投入产出指标控制在 0.1-1.0 范围内^[18]

$X_{ij}^* = (X_{ij} - \min x_{ij}) / (\max x_{ij} - \min x_{ij})$, $X_{ij}^* = 0.1 + 0.9(X_{ij} - \min x_{ij}) / (\max X_{ij} - \min x_{ij})$, 式中 X_{ij}^* 为非负化后的投入产出指标.

3.2 计算结果分析

3.2.1 水行业上市企业效率与业务类型关系的总体分析. 运用 DEAP2.1 软件, 运用已选取的投入产出指标计算出 2001-2016 年每一年份所选取样本公司的综合效率、纯技术效率以及规模效率.

对于计算出的企业综合效率指标, 以不同企业综合效率达到 1 的年份比例为判断标准对样本上市公司进行排序. 在 23 家样本公司中, 只有两家企业的综合效率从未达到 1, 其余企业在某个时间段符合 DEA 有效. 符合的企业中, 高能环境、洪城水业、安徽水利、凯迪生态、中国天楹、重庆水务、国中水务、兴蓉环境、中电环保与博世科这 10 家企业达到 DEA 有效的时间在其企业上市时间内的比例大于 50%, 企业发展情况较好. 这 10 家企业的业务类型大多呈多元化, 且其在 DEA 有效期间的主营业务中几乎都包含了污水处理, 说明在水行业的几大业务类型中, 污水处理业务类型发展情况优于其余业务类型.

表 3 2001-2016 水行业上市公司综合效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.727	1.000	1.000	0.610	0.868	1.000	1.000	1.000	0.483	1.000	1.000	0.942	0.520	0.412	0.469	0.938
创业环保	1.000	1.000	0.689	0.384	0.366	0.337	0.463	0.279	0.401	0.857	0.321	1.000	1.000	1.000	0.731	1.000
瀚蓝环境	0.868	0.837	0.955	0.211	1.000	0.912	0.275	0.384	0.599	1.000	0.786	1.000	0.179	0.579	1.000	1.000
钱江水利	0.494	0.549	0.879	0.644	0.640	0.549	0.986	0.133	0.352	0.674	0.438	0.628	0.622	1.000	0.544	0.409
国中水务	0.683	0.711	1.000	0.276	0.004	1.000	0.286	1.000	1.000	0.676	1.000	0.370	1.000	0.766	1.000	1.000
梅雁吉祥	0.509	0.681	0.693	0.393	1.000	1.000	1.000	0.144	0.093	0.602	1.000	1.000	0.798	0.121	1.000	0.394
岷江水电	0.420	0.650	1.000	0.427	0.937	0.533	0.644	1.000	0.335	0.684	0.401	0.398	1.000	0.844	0.639	0.743
三峡水利	0.621	0.689	1.000	0.260	0.755	0.311	0.857	0.695	0.547	0.804	1.000	0.362	0.969	1.000	0.653	0.617
兴蓉环境	0.681	0.665	1.000	0.170	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.836	0.435	0.915	0.468	0.692	1.000
凯迪生态	0.885	1.000	1.000	0.910	1.000	1.000	0.572	0.466	0.995	1.000	0.380	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
中国天楹	1.000	1.000	1.000	1.000	0.418	1.000	0.162	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.094	0.098	0.344	0.199
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	0.964	0.665	0.714	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.826
洪城水业				1.000	0.925	0.846	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.846
重庆水务										0.840	1.000	1.000	1.000	0.977	1.000	0.785
科融环境										0.838	0.141	0.284	0.128	0.496	1.000	1.000
碧水源										0.935	0.543	0.406	0.753	0.971	0.835	1.000
江南水务										0.267	0.205	0.485	0.864	1.000	0.593	
中电环保										1.000	0.394	0.285	1.000	0.958	1.000	
兴源环境										1.000	0.485	0.268	1.000	0.503	0.425	
高能环境														1.000	1.000	1.000
国祯环保														0.498	0.787	0.403
绿城水务															0.081	0.341
博世科															0.784	1.000
平均值	0.717	0.798	0.935	0.560	0.763	0.807	0.708	0.674	0.655	0.869	0.743	0.679	0.685	0.766	0.783	0.762

表 4 2001-2016 水行业上市公司纯技术效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.875	1.000	1.000	0.795	0.894	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.621	0.472	0.491	0.975
创业环保	1.000	1.000	1.000	0.509	0.456	0.604	0.751	1.000	1.000	0.965	0.322	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
瀚蓝环境	1.000	1.000	1.000	0.637	1.000	0.933	0.891	0.688	1.000	1.000	1.000	1.000	0.455	1.000	1.000	1.000
钱江水利	1.000	0.667	0.917	0.712	0.834	0.837	1.000	0.500	0.457	0.695	0.643	0.691	0.998	1.000	0.630	0.453
国中水务	0.711	0.735	1.000	1.000	0.724	1.000	0.647	1.000	1.000	1.000	1.000	0.385	1.000	1.000	1.000	1.000
梅雁吉祥	0.533	0.776	0.700	0.466	1.000	1.000	1.000	0.265	0.392	0.609	1.000	1.000	0.802	0.622	1.000	0.812
岷江水电	1.000	0.721	1.000	0.435	0.987	0.877	1.000	1.000	0.850	0.735	0.522	0.544	1.000	1.000	0.730	0.768
三峡水利	0.790	0.789	1.000	0.599	0.895	0.977	1.000	0.697	0.599	0.824	1.000	0.429	1.000	1.000	0.693	0.736
兴蓉环境	0.869	0.769	1.000	0.391	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.555	1.000	1.000	1.000	1.000
凯迪生态	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.588	0.484	1.000	1.000	0.594	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
中国天楹	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.571	0.417	0.379
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.699	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.891
洪城水业				1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
重庆水务										1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.811
科融环境										1.000	0.735	0.374	0.681	0.968	1.000	1.000
碧水源										0.963	0.545	0.589	0.788	1.000	1.000	1.000
江南水务										0.487	0.390	0.556	1.000	1.000	0.626	
中电环保										1.000	0.631	1.000	1.000	0.976	1.000	
兴源环境										1.000	0.842	0.891	1.000	0.676	0.439	
高能环境														1.000	1.000	1.000
国祯环保														1.000	0.815	0.539
绿城水务															0.350	0.344
博世科															1.000	1.000
平均值	0.889	0.860	0.968	0.734	0.907	0.941	0.914	0.795	0.869	0.924	0.834	0.759	0.884	0.935	0.860	0.816

表 5 2001-2016 水行业上市公司规模效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.831	1.000	1.000	0.767	0.970	1.000	1.000	1.000	0.483	1.000	1.000	0.942	0.838	0.873	0.956	0.962
创业环保	1.000	1.000	0.689	0.754	0.804	0.558	0.616	0.279	0.401	0.888	0.997	1.000	1.000	1.000	0.731	1.000
瀚蓝环境	0.868	0.837	0.955	0.332	1.000	0.978	0.308	0.558	0.599	1.000	0.786	1.000	0.393	0.579	1.000	1.000
钱江水利	0.494	0.823	0.958	0.904	0.767	0.656	0.986	0.267	0.771	0.970	0.680	0.908	0.623	1.000	0.863	0.903
国中水务	0.960	0.967	1.000	0.276	0.006	1.000	0.442	1.000	1.000	0.676	1.000	0.961	1.000	0.766	1.000	1.000
梅雁吉祥	0.955	0.877	0.990	0.843	1.000	1.000	1.000	0.544	0.237	0.989	1.000	1.000	0.996	0.194	1.000	0.485
岷江水电	0.420	0.901	1.000	0.981	0.949	0.608	0.644	1.000	0.394	0.931	0.768	0.732	1.000	0.844	0.876	0.967
三峡水利	0.786	0.873	1.000	0.433	0.843	0.318	0.857	0.997	0.914	0.977	1.000	0.844	0.969	1.000	0.941	0.839
兴蓉环境	0.784	0.865	1.000	0.435	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.836	0.784	0.915	0.468	0.692	1.000
凯迪生态	0.885	1.000	1.000	0.910	1.000	1.000	0.973	0.963	0.995	1.000	0.640	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
中国天楹	1.000	1.000	1.000	1.000	0.418	1.000	0.162	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.094	0.171	0.825	0.525
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	0.964	0.951	0.714	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.927
洪城水业				1.000	0.925	0.846	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.846
重庆水务										0.840	1.000	1.000	1.000	0.977	1.000	0.967
科融环境										0.838	0.192	0.759	0.187	0.513	1.000	1.000
碧水源										0.971	0.995	0.689	0.956	0.971	0.835	1.000
江南水务										0.549	0.524	0.872	0.864	1.000	0.947	
中电环保										1.000	0.624	0.285	1.000	0.982	1.000	
兴源环境										1.000	0.576	0.301	1.000	0.745	0.968	
高能环境														1.000	1.000	1.000
国祯环保														0.498	0.966	0.747
绿城水务															0.232	0.992
博世科															0.784	1.000
平均值	0.817	0.922	0.966	0.741	0.822	0.843	0.766	0.812	0.731	0.942	0.865	0.860	0.759	0.796	0.888	0.916

同样,使用曼氏指数对数据进行检验也得出类似结果,如表 6-表 8.

表 6 2001-2016 水行业上市公司综合效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.668	1.000	0.999	0.523	0.769	0.997	1.000	0.998	0.426	1.000	0.996	0.901	0.467	0.378	0.439	0.876
创业环保	1.000	0.996	0.612	0.345	0.302	0.278	0.397	0.237	0.360	0.810	0.287	1.000	0.999	1.000	0.667	1.000
瀚蓝环境	0.824	0.807	0.922	0.166	1.000	0.887	0.226	0.324	0.508	1.000	0.743	0.999	0.143	0.526	1.000	0.995
钱江水利	0.435	0.502	0.815	0.601	0.603	0.513	0.933	0.101	0.302	0.614	0.399	0.598	0.589	1.000	0.514	0.379
国中水务	0.633	0.678	1.000	0.237	0.002	1.000	0.236	1.000	1.000	0.656	1.000	0.324	1.000	0.709	1.000	0.996
梅雁吉祥	0.469	0.654	0.654	0.353	1.000	0.997	1.000	0.111	0.054	0.556	1.000	1.000	0.745	0.111	1.000	0.368
岷江水电	0.320	0.589	1.000	0.387	0.889	0.503	0.614	1.000	0.306	0.633	0.356	0.332	1.000	0.744	0.608	0.715
三峡水利	0.543	0.632	0.999	0.239	0.721	0.299	0.837	0.655	0.503	0.754	1.000	0.299	0.941	1.000	0.612	0.578
兴蓉环境	0.641	0.623	1.000	0.123	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.996	0.799	0.398	0.887	0.423	0.657	1.000
凯迪生态	0.833	1.000	1.000	0.873	1.000	1.000	0.532	0.426	0.959	1.000	0.339	1.000	0.997	1.000	0.998	1.000
中国天楹	1.000	0.999	1.000	1.000	0.388	1.000	0.122	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.054	0.079	0.304	0.149
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	0.923	0.622	0.688	0.961	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	0.779
洪城水业				1.000	0.898	0.821	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.799
重庆水务										0.819	1.000	1.000	1.000	0.952	1.000	0.733
科融环境										0.802	0.101	0.254	0.109	0.464	1.000	1.000
碧水源										0.915	0.493	0.369	0.719	0.949	0.798	1.000
江南水务										0.237	0.187	0.444	0.826	1.000	0.533	
中电环保										1.000	0.334	0.223	1.000	0.919	1.000	
兴源环境										1.000	0.445	0.238	1.000	0.483	0.402	
高能环境														1.000	1.000	1.000
国祯环保														0.438	0.777	0.373
绿城水务															0.081	0.317
博世科															0.744	1.000
平均值	0.670	0.771	0.917	0.527	0.736	0.792	0.678	0.652	0.624	0.845	0.724	0.655	0.661	0.743	0.765	0.739

表7 2001-2016 水行业上市公司纯技术效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.854	1.000	1.000	0.747	0.861	1.000	0.999	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000	0.588	0.441	0.439	0.955
创业环保	1.000	0.998	1.000	0.467	0.406	0.569	0.722	1.000	1.000	0.935	0.298	0.998	1.000	1.000	0.997	1.000
瀚蓝环境	1.000	1.000	0.998	0.612	1.000	0.902	0.858	0.655	0.999	1.000	1.000	1.000	0.422	0.999	1.000	1.000
钱江水利	1.000	0.647	0.901	0.687	0.792	0.799	1.000	0.450	0.417	0.665	0.612	0.659	0.995	1.000	0.610	0.423
国中水务	0.681	0.704	1.000	1.000	0.688	1.000	0.618	1.000	0.999	1.000	0.999	0.366	1.000	0.998	1.000	1.000
梅雁吉祥	0.502	0.744	0.656	0.422	1.000	1.000	1.000	0.235	0.349	0.567	1.000	1.000	0.766	0.599	1.000	0.776
岷江水电	1.000	0.688	1.000	0.399	0.943	0.854	1.000	1.000	0.800	0.701	0.488	0.499	1.000	0.999	0.700	0.736
三峡水利	0.747	0.736	1.000	0.551	0.861	0.936	1.000	0.635	0.543	0.789	1.000	0.389	1.000	1.000	0.661	0.705
兴蓉环境	0.828	0.719	1.000	0.344	1.000	1.000	0.999	1.000	0.998	1.000	1.000	0.515	0.997	1.000	1.000	0.999
凯迪生态	1.000	0.997	1.000	1.000	0.998	1.000	0.543	0.449	1.000	0.998	0.554	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000
中国天楹	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	0.541	0.387	0.322
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.636	0.998	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	0.851
洪城水业				1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997
重庆水务										1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	0.761
科融环境										1.000	0.702	0.347	0.619	0.942	1.000	1.000
碧水源										0.923	0.505	0.539	0.768	1.000	1.000	1.000
江南水务											0.487	0.390	0.556	1.000	1.000	0.626
中电环保											1.000	0.602	1.000	1.000	0.936	1.000
兴源环境											1.000	0.807	0.891	1.000	0.636	0.400
高能环境														1.000	1.000	1.000
国祯环保														1.000	0.778	0.498
绿城水务															0.312	0.303
博世科															1.000	1.000
平均值	0.874	0.839	0.963	0.710	0.888	0.928	0.903	0.774	0.854	0.911	0.823	0.743	0.874	0.929	0.846	0.798

表8 2001-2016 水行业上市公司规模效率值

股票名称	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
远达环保	0.804	1.000	1.000	0.747	0.937	1.000	1.000	0.999	0.444	1.000	1.000	0.917	0.806	0.836	0.927	0.916
创业环保	1.000	1.000	0.666	0.728	0.775	0.522	0.587	0.238	0.365	0.844	0.992	1.000	0.999	1.000	0.701	1.000
瀚蓝环境	0.832	0.801	0.921	0.300	1.000	0.943	0.267	0.515	0.552	1.000	0.739	1.000	0.339	0.538	1.000	1.000
钱江水利	0.434	0.797	0.917	0.866	0.726	0.627	0.945	0.233	0.729	0.919	0.630	0.871	0.588	1.000	0.823	0.872
国中水务	0.910	0.921	1.000	0.246	0.003	1.000	0.402	1.000	1.000	0.639	1.000	0.921	1.000	0.728	1.000	0.999
梅雁吉祥	0.917	0.826	0.957	0.807	0.998	1.000	1.000	0.522	0.201	0.969	1.000	1.000	0.991	0.155	1.000	0.439
岷江水电	0.378	0.867	1.000	0.941	0.917	0.586	0.603	1.000	0.358	0.899	0.724	0.702	1.000	0.814	0.846	0.937
三峡水利	0.758	0.841	1.000	0.403	0.811	0.287	0.823	0.991	0.886	0.928	1.000	0.811	0.926	1.000	0.909	0.804
兴蓉环境	0.742	0.825	1.000	0.409	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.803	0.736	0.889	0.427	0.652	1.000
凯迪生态	0.845	1.000	1.000	0.863	1.000	1.000	0.933	0.943	0.990	1.000	0.611	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000
中国天楹	1.000	1.000	0.997	1.000	0.378	1.000	0.116	1.000	1.000	0.998	1.000	0.999	0.090	0.141	0.779	0.483
安徽水利			1.000	1.000	1.000	1.000	0.924	0.911	0.669	0.980	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.901
洪城水业				1.000	0.900	0.821	1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.818
重庆水务										0.810	1.000	1.000	1.000	0.937	1.000	0.927
科融环境										0.84	0.152	0.739	0.147	0.477	1.000	1.000
碧水源										0.971	0.992	0.657	0.915	0.926	0.801	1.000
江南水务											0.503	0.489	0.826	0.821	1.000	0.918
中电环保											1.000	0.582	0.239	1.000	0.941	1.000
兴源环境											1.000	0.526	0.256	1.000	0.701	0.925
高能环境														1.000	0.997	1.000
国祯环保														0.447	0.915	0.702
绿城水务															0.200	0.952
博世科															0.734	1.000
平均值	0.784	0.898	0.955	0.716	0.803	0.830	0.738	0.796	0.707	0.925	0.850	0.839	0.737	0.774	0.866	0.895

同时,从表 9 可以看出,以水力发电为主营业务的上市公司中,只有安徽水利和凯迪生态在达到过 DEA 有效的年份比例超过了 50%,剩余 4 家企业处于 DEA 有效的年份比例很低,排在上市公司的末位,这说明以水力发电为主营业务的上市公司发展态势较差.同时结合表 4 与表 5 可以看出,以水力发电业务为主营业务的企业达到技术有效与规模有效的时间也相对其余业务排名靠后,说明水力发电业务目前在资源配置、技术研发与管理机制上都存在问题.除此之外,从表 2 中可以看出以水力发电为主营业务的上市公司的上市时间都很长,企业业务单一固定,说明水力发电业务在 2001-2016 年内发展转型都很缓慢.而水力发电业务又有着明显的区域性与季节性,这可能是影响水力发电企业发展的一个重要的因素.

在其他业务类型中,传统的供水业务发展平稳.传统供水业务不仅其业务规模依然在逐步扩大,相对来说其业务效率较高,在未来的一段时间周期内仍然有很大的上升空间.而水的再生业务和与污水处理衍生业务相关的业务目前在水行业中还没有明显的优势,以其为主营业务的企业在其效率的相对排名目前没有集中.同时结合表 1,可以看出这些企业上市时间都在 2010 年以后,其上市发展时间较短,说明其业务发展并不稳定,仍处于生命周期中的成长上升阶段.对于这一业务类型效率指标的细分指标中,企业在超过 50% 的年份已经达到技术有效,说明这些新兴业务类型的研发与管理情况相对较好.同时,虽然上述企业始终没有达到规模有效,但大部分正处于规模报酬递增的阶段,说明该业务正在逐渐接近规模经济.综合上述分析,水的再生业务及相关污水处理衍生业务这些新兴业务类型具有较好的发展潜力,适合投资者进行投资.

表 9 2001-2016 上市公司企业效率与企业主营业务情况

股票名称	DEA 有效次数	比例	达到 DEA 有效的年份	DEA 有效期间业务类型
高能环境	3	100.00%	2014-2016	水处理
洪城水业	10	76.92%	2004、2007-2009 2010-2015	水的生产 生产、运输、处理
安徽水利	9	64.29%	2003-2006、2011-2015	水力发电
凯迪生态	10	62.50%	2002-2003、2005-2006 2010、2012-2016	水处理 水力发电
中国天楹	10	62.50%	2001-2004、2006、2008-2012	其他
重庆水务	4	57.14%	2011-2013、2015	生产、运输、处理
国中水务	8	50.00%	2003、2006 2008-2009、2011、2013、2015-2016	其他 生产、运输、处理
兴蓉环境	8	50.00%	2003、2005-2009 2010 2016	其他 生产、运输、处理 生产、运输、处理、再生
中电环保	3	50.00%	2011、2014、2016	水处理、再生
博世科	1	50.00%	2016	水处理、再生
远达环保	7	43.75%	2002-2003、2006-2008、2010-2011	其他
创业环保	6	37.50%	2001-2002 2012-2014、2016	水处理 生产、运输、处理、再生
梅雁吉祥	6	37.50%	2005-2007、2011-2012、2015	水力发电
兴源环境	2	33.33%	2011 2014	其他 水处理
瀚蓝环境	5	31.25%	2005、2010、2012、2015-2016	生产、运输、处理
科融环境	2	28.57%	2015-2016	处理、再生
江南水务	1	20.00%	2015	生产、运输、处理
岷江水电	3	18.75%	2003、2008、2013	水力发电
三峡水利	3	18.75%	2003、2011、2014	水力发电
碧水源	1	14.29%	2016	处理、再生
钱江水利	1	6.25%	2014	生产、运输、处理、水力发电
国祯环保		未达到 DEA 有效		水处理
绿城水务		未达到 DEA 有效		生产、运输、处理

3.2.2 上市企业效率与业务类型变化(多元化程度)的关联分析. 从表2中这16年水行业上市公司的业务类型变化情况可以看出,自2001年以来,水行业上市公司整体的发展趋势是不断扩展其业务类型,实现其业务的多元化. 结合其主营业务的变更,可以看出,水行业的大部分上市公司在2010年左右实现业务的多元化. 从样本企业2001年到2016年每年的企业平均效率来分析,随着企业业务不断进行多元化,企业效率得到了稳步提升,纯技术效率、规模效率从整体来看也有所提高. 其中,综合这16年的指标变化来看,综合效率上升的幅度并不明显而规模效率上升的幅度较为明显,尤其是在2013-2016年期间,其规模经济得到很好的发展. 而相对于上述两个指标,企业的纯技术效率年均值的波动很小且有小幅下降的趋势,并且其在业务实现多元化期间存在一段明显的下降.

从上述分析中可以看出:从长远发展的角度,业务多元化有助于水行业上市公司的发展,但是其必须在科技创新进步以及提高管理水平进行改进,才可以保证其技术水平可以与业务的多元化相协调.

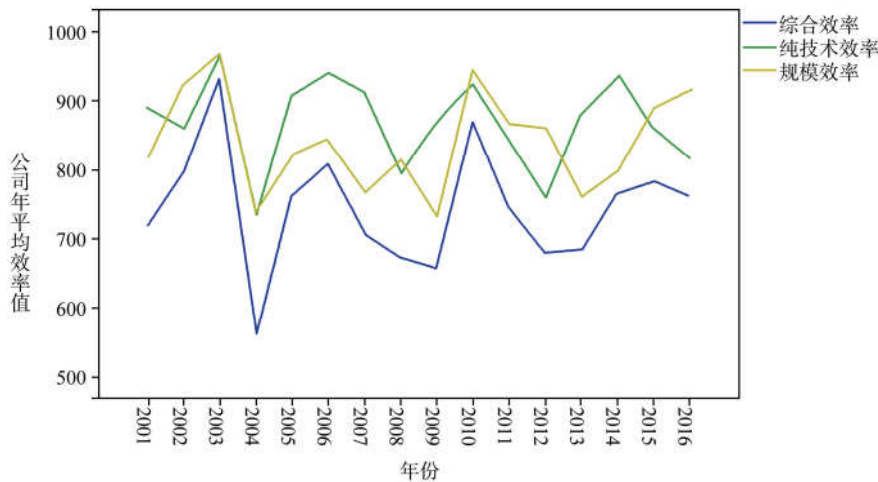


图3 2001-2016年水行业上市公司年平均效率值

3.2.3 高龄企业效率与业务类型变动的关系. 选取8家自2001年或2001年之前已经上市并且在这16年变更了主营业务的公司(瀚蓝环境、创业环保、远达环保、国中水务、钱江水利、兴蓉环境、凯迪生态、中国天楹),根据软件计算出的结果得出上述公司16年的企业效率变化情况. 同时,按照其业务类型将这8家企业分为图4中4类.

根据表2,这八家企业16年间的业务类型变化情况为:2005年创业环保将业务类型由污水处理变更为水的运输、处理与再生,2010年,该企业的主营业务又增加水的生产. 国中水务在2008年将业务类型转变为生产、运输、处理. 远达环保在2012年将主营业务变更为污水处理. 2001-2004年瀚蓝环境的主营业务为水的生产、运输,2005年该公司的主营业务增加为水的生产、运输、处理. 2009年,钱江水利的业务类型由水的生产、运输、利用增加为水的生产、运输、利用、处理. 兴蓉环境在2010年将业务转变为水的生产、运输、处理即供水业务与水处理业务,在2013年又将业务转变为水的生产、运输、处理、再生. 凯迪生态在2009年将主营业务由污水处理转变为水力发电. 中国天楹在2014年将主营业务转变为水处理业务.

从上述企业业务变更后的年份进行分析,创业环保在2005年和2010年后的综合效率都呈现先下降再上升的走势. 远达环保在其变更业务类型后的2012-2014年以及瀚蓝环境扩展业务类型后的2005-2007年的时间周期内均处于综合效率下降的状态. 兴蓉环境在其2010年与2013年这两次业务类型变更后的较短时间内也发生了业务类型的改变. 而凯迪生态、国中水务、钱江水利以及中国天楹这4家上市公司在其业务类型发生变化时并没有立刻出现综合效率下降的现象,反而发生在业务变更的一年后.

但对比16年内这8家企业的整体效率变化,除钱江水利与中国天楹这两家企业在16年的发展其综合效率与2001年比降低,剩余的企业综合效率在这16年内整体升高,且在近几年已经进入到较为稳定的上升的阶段. 而导致中国天楹的综合效率大幅度下降的重要原因是2013年该企业在纯技术效率依然为1的情况下,其规模效率降低至接近0的水平,而在2014年,中国天楹便将其业务转向水行业的水处理业务,至

2016 年为止,该企业的生产状况与 2013 年的最低值比已经得到了一定程度的恢复.因此,转变业务类型会使企业在短周期内企业效率下降,但是对于企业长远的发展来看,企业应该在恰当的时机转变业务类型,以得到持久的发展.同时,对于高龄企业来说,其业务转变大多发生在 2010 年及 2010 年之前,因此,这类企业已经过了企业效率下降的生产周期,可以预计在未来几年内可以保持良好的发展态势.

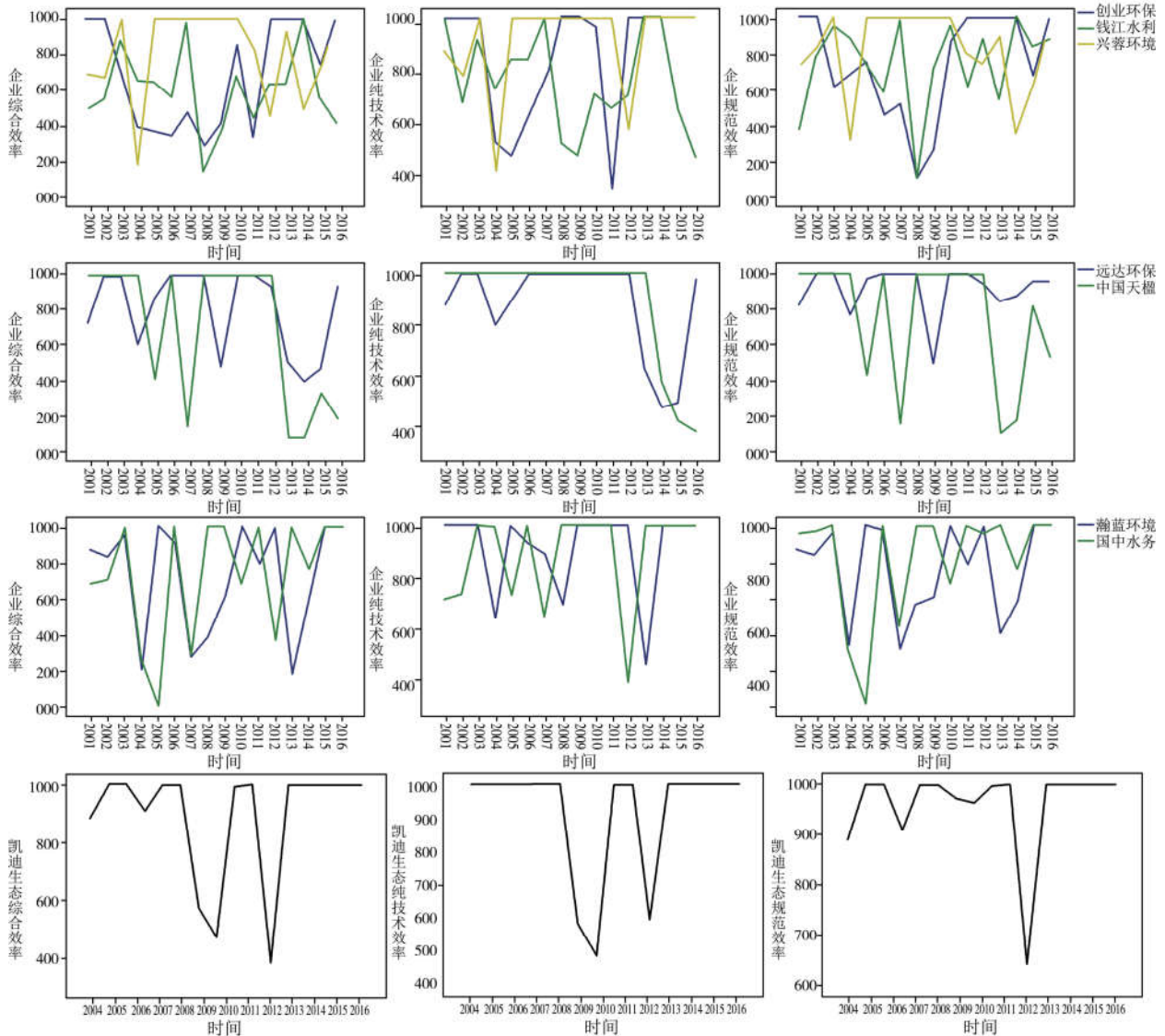


图 4 业务类型变更的高龄企业综合效率、纯技术效率、规模效率变化情况

对于企业综合效率的两个细分指标,从图 2 和图 3 中可以看出,除了国中水务以外,企业的规模效率随业务类型的变化没有企业纯技术效率随企业的业务变化明显.上述结果说明企业在发生业务变化后对于新增业务类型技术上的改进没有同步,同时也说明企业业务发生转变对企业的技术与管理水平的要求高于对资源配置调整的要求.

综合从上述分析中,业务类型的转变会导致企业效率发生波动,在短时间周期内使企业的综合效率下降,但是经过较长时间的发展,经过业务类型的调整企业的综合效率会上升,因此,进行有效的业务转型有利于企业的长期发展.

3.2.4 低龄企业效率与业务类型变动的关系.除上述 8 家企业中,洪城水业、科融环境、碧水源、兴源环境这 4 家企业也发生过业务变更,同时按照其上市时间的不同将其分为图 5 的 3 组企业,其各项指标变化情况见图 5.

这 4 家企业中,洪城水业在 2010 年将其业务类型由水的生产扩展为水的生产、运输、处理,科融环境和

碧水源分别在 2015 年与 2013 年将其业务类型转变为水的处理与在再生业务,而兴源环境在 2014 年将其业务类型转变为污水处理。

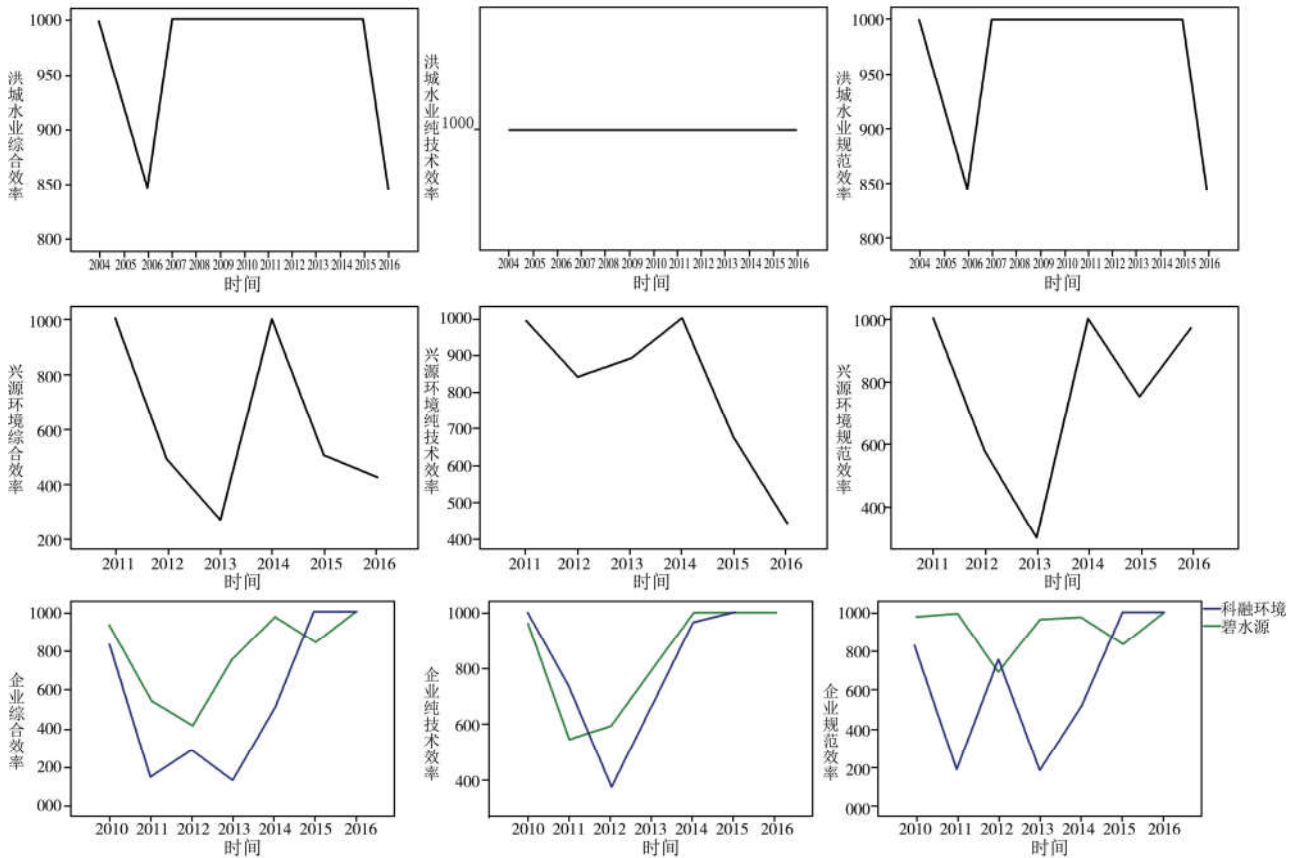


图 5 业务类型变更的低龄企业综合效率、纯技术效率、规模效率变化情况

从 4 家企业的业务类型转变后的企业效率值来看,只有转型时间在 2014 年的兴源环境在转型后企业综合效率出现了明显的下降.而转型时间在 2010 的洪城水业与 2015 年的科融环境在业务类型变更后保持在 DEA 有效的水平上.但是洪城水业与兴源环境目前仍处于效率下降的状态,碧水源与科融环境刚刚达到有效的生产前沿,还没有处于稳定状态.将上述分析结合上市时间较长的企业业务转型即效率周期可以看出,水行业上市公司在近几年不适合新兴进行业务的变更.近几年的市场被上市时间较长的企业占领较多,这些企业已经适应了业务转型对企业带来的变化,度过了转型后效率下降的周期,因此,对于上市时间较短的企业在近几年内并不适合进行业务的转型。

3.2.5 从 2001 到 2016 年的企业综合效率比较分析.进一步以某一特定年度的某一个企业的投入与产出数据作为决策单元,将 2001-2016 年所有企业的投入产出数据视为一个数据集,然后应用 C2R 模型对样本数据进行计算,同时求得每家公司的 16 年的平均效率指标,以综合效率平均值这一指标进行排序。

从这 23 家上市公司 2001-2016 年的综合效率比较来看,综合效率排名靠前的为重庆水务、凯迪生态、洪城水业等企业,而排名靠后的企业为以水力发电为主营业务和以水的处理衍生业务以及水再生业务为主营业务的企业.以各企业的综合效率平均值为标准进行的排名与按照各企业达到 DEA 有效的比例进行排名的结果虽然不完全相同,但大多数企业所处区间变化不大,相对落后与相对有效的企业与上述分析相似,进一步佐证水行业上市公司其企业效率与业务类型之间存在较强的相关性。

按照不同的业务类型,以供水、水处理为主营业务的自来水公司的两种指标的发展较为均衡,而水力发电业务与单一水处理业务的企业其规模效率要高于纯技术效率.说明这两类企业应尽快进行技术创新与管理水平的提高.而相对来说,以水处理及再生为主营业务的新上市企业的规模效率值较低,说明这类企业目前与规模经济仍有一定距离,还需持续更新技术,规范管理制度,帮助企业更快成长。

表 10 2001-2016 水行业上市公司效率指标平均值

股票名称	综合效率平均值	纯技术效率平均值	规模效率平均值
重庆水务	0.742	0.903	0.824
凯迪生态	0.526	0.683	0.745
洪城水业	0.513	0.660	0.722
安徽水利	0.511	0.639	0.748
博世科	0.507	0.646	0.760
碧水源	0.450	0.701	0.609
创业环保	0.447	0.650	0.650
远达环保	0.445	0.579	0.747
兴蓉环境	0.408	0.677	0.605
中国天楹	0.390	0.618	0.623
国中水务	0.384	0.655	0.566
高能环境	0.380	0.481	0.789
瀚蓝环境	0.365	0.599	0.612
钱江水利	0.352	0.540	0.634
三峡水利	0.347	0.592	0.596
江南水务	0.336	0.608	0.587
岷江水电	0.326	0.564	0.564
梅雁吉祥	0.323	0.547	0.581
科融环境	0.298	0.614	0.490
国祯环保	0.285	0.469	0.581
中电环保	0.277	0.506	0.603
兴源环境	0.272	0.553	0.478
绿城水务	0.267	0.481	0.500

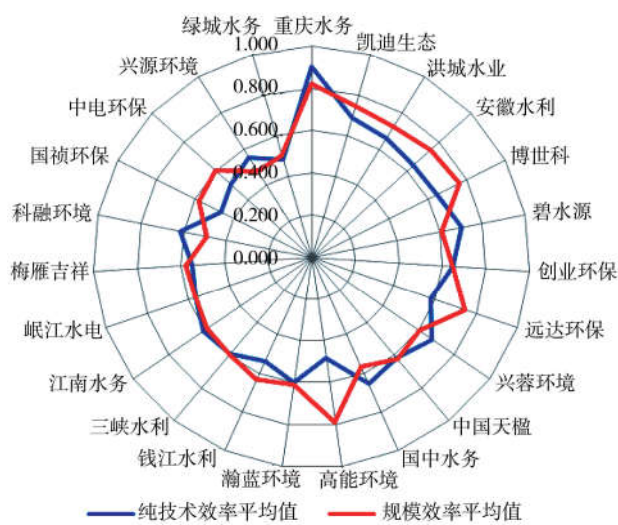


图 6 2001-2016 各上市公司效率指标平均值

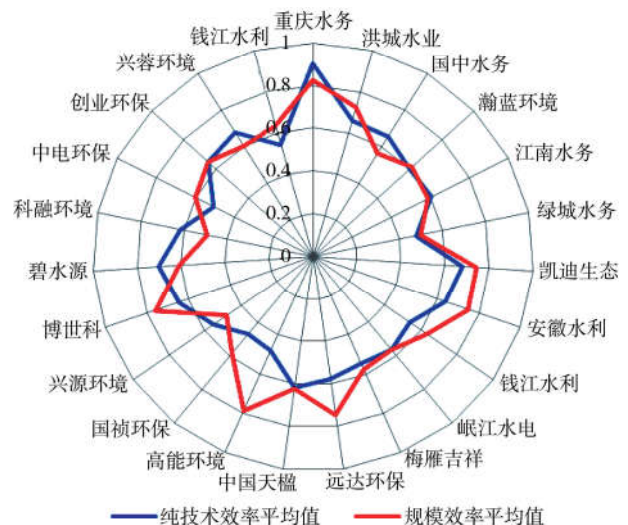


图 7 2001-2016 各上市公司效率指标平均值

4 结论及建议

本文以 2001-2016 年水行业上市公司为案例,研究其业务类型、企业产值等要素,以总资产、公司业务的成本、公司员工数量为投入指标来定义企业的效率,并利用 DEA 模型来分析水行业上市公司效率.我们可

以得到 7 条结论:(1) 水行业上市公司现存的业务类型中,污水处理业务的发展最为成熟,其效率最高,这一业务类型仍具有良好的发展前景。(2) 水力发电业务的技术效率与规模效率都很低下,该业务类型的综合效率也处于水行业的末端,该业务类型的技术水平以及管理水平都没有得到良好的提升。(3) 传统水的生产运输业务在水行业的业务中处于中上的位置,发展状况比较稳定。(4) 关于水行业中水处理衍生业务以及水的再生这两种新兴高科技业务类型,虽然目前业务成熟度不高,无法与传统的业务相比较,但是技术性较强、前景广阔,该类型企业逐步进入规模化发展,达到规模有效,这证明该类业务具有较强的活力,正在快速的成长,在未来一段时间会有很大地发展。(5) 从长远发展的角度,业务多元化有助于水行业上市公司的发展,但是企业必须在科技创新以及提高管理水平方面都进行改进,才可以保证其技术水平可以与业务的多元化相协调。(6) 对于发生业务转型的高龄企业,其业务转型主要发生在 2010 年前后,其业务类型的转变会导致企业效率发生波动,在短时间周期内企业的综合效率下降,但是经过较长时间的发展,企业经过业务类型的调整会提高企业的综合效率。因此,进行有效的业务转型有利于企业的长期发展。(7) 对于低龄企业,在近几年内进行业务转型不会给企业带来效率上的提高,这些企业在今年应该主要发展其现有业务。

为了促进水行业上市企业的健康发展,我们有 2 条建议:(1) 在水行业的未来发展中,对于上市时间较长的企业,若其业务类型集中在水的供应与处理方面,则可以进一步发展与环保行业相结合的业务。而对于如梅雁吉祥、岷江水电、三峡水利一类上市时间较长,且这些企业的业务是围绕水力发电展开的企业,其它业务涉及较少,发展空间已经很小。这类企业的发展前景并不乐观。对于这一类企业,应将其业务逐渐扩展至水处理及相关水行业环保领域,同时发展新兴技术,有效利用资源资源,优化企业配置,整体提高企业效率。(2) 对于上市时间较短的企业,第一,如果其业务类型集中在水的再生与水处理衍生业务这类业务上,这样的企业应该继续在相关领域发展,保持创新的思维,继续攻坚克难,尽快实现技术革新,维持住企业现有的较好的纯技术效率值。同时,新兴企业应该进一步进行资源的合理配置与有效利用,将企业达到规模经济的规模有效状态,这有利于新兴企业与传统的水务业务企业进行竞争。第二,对于近些年新上市的企业,在近几年内应该减缓扩展业务的进度,将企业的发展重心落在深入开发现有业务上,使企业的效率得以提高。

参 考 文 献

- [1] Cecile Aubert, Amaud Reynaud. The impact of regulation on cost efficiency: an empirical analysis of wisconsin water utilities [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2005(3): 383-409.
- [2] 陈君君, 马生鹏, 蔡华. 产权制度差异对水务产业绩效影响的分析[J]. *人民黄河*, 2009, 31(11): 16-17.
- [3] 高大鹏. 我国城市民营水务企业的绩效研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2011.
- [4] 陈明, 周萌萌. 城市水务民营化绩效评价研究[J]. *现代管理科学*, 2014(3): 93-96.
- [5] 孙超平, 苏雷, 徐本勇. 基于 DEA 模型的我国城市水务企业经营绩效评价研究[J]. *运筹与管理*, 2016, 25(3): 204-210.
- [6] 阮丹枫, 韩丽红. 基于 DEA 模型的水公用事业上市公司绩效评价[J]. 2016, 18(4): 103-109.
- [7] Cook W D, Seiford L M. Data envelopment analysis(DEA): Thirty years on [J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 192(1): 1-17.
- [8] Hwang S, Chang T. Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan [J]. *Tourism Management*, 2003, 24(1): 357-369.
- [9] 黄海霞, 张治河. 基于 DEA 模型的我国战略性新兴产业科技资源配置效率研究[J]. *中国软科学*, 2015(1): 150-159.
- [10] 于良春, 程谋勇. 中国水务行业效率分析及影响因素研究[J]. *当代财经*, 2013, 1: 93-101.
- [11] 曾江洪, 陈迪宇. 基于 DEA 的中小企业债务融资效率研究[J]. *经济理论与经济管理*, 2008(1): 50-53.
- [12] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978 (2): 429-444.
- [13] 裴誉. 我国石油行业上市公司绩效评价研究-基于 DEA 模型的实证分析[J]. *现代管理科学*, 2012(11): 32-34.
- [14] 李美娟, 陈国宏. 数据包络分析法(DEA)的研究与应用[J]. *中国工程科学*, 2003(7): 88-93.
- [15] 雷勋平, Robin Qiu, 刘思峰. 基于 DEA 的物流产业效率测度实证研究-基于我国 31 个省、市、自治区 2008 年投入产出数据[J]. *华东经济管理*, 2012, 26(7): 62-66.

- [16] 胡燕京,冯琦. 基于 DEA 的我国上市旅游企业经营绩效评价[J]. 华东经济管理,2006,20(9):62-65.
[17] 熊国强,成建萍. DEA 方法在城市社区建设绩效评价中的应用[J]. 运筹与管理,2003,12(4):120-123.
[18] 张智慧,刘睿劼. 基于 DEA 方法的建筑业效率评价实证研究[J]. 工程管理学报,2011,25(3):252-255.

The Relationship between Efficiency and Services Types of Water Industry Enterprises in China Based on DEA Model

YANG Zhuo-xuan¹ MA Pei-yuan¹ LI Hui-jia²

(1. School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. School of Science, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract The water industry refers to the industrial chain composed of raw water, water supply, water saving, drainage, sewage treatment and water resources recycling and so on. Water industry is one of the most important urban basic services industries. Since the reform and opening up, with the acceleration of urbanization in China, the importance of water industry is increasingly prominent. To find the correlation between enterprise efficiency and business type, we take the listed companies in the water industry from 2001 to 2016 as samples, and we define the efficiency of enterprises with the main business income and net profit as output index, total assets, main business costs and the number of employees as input index. Since DEA evaluation model of multi input and multi output efficiency of decision making units has a significant advantage, we select DEA model to analyze the efficiency of listed companies. With the improvement of China's scientific and technological level, the status quo of the upgrading of the industry structure we analyze the relationship between the efficiency of listed companies and the types of business in the water industry. It proves that there is a strong correlation between enterprise efficiency and business types of listed companies in the water industry, so as to help different companies to continuously update technology, standardize management system and grow faster.

Key words water industry; listed firm; the firm efficiency; DEA model; business type