

辽宁省用水效率影响因素分析

孙才志, 王妍, 李红新

(辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心 辽宁 大连 116029)

摘要:为了向不同地区制定切合实际的水资源管理政策提供理论依据,利用辽宁省 14 个城市 1999~2005 年的用水效率数据,以用水效率为因变量,对影响用水效率的因素进行回归分析。结果表明,影响城市用水效率差异的主要因素中,人均 GDP、第三产业比重与用水效率呈正相关,而人均水资源量、人均生活用水量与用水效率呈负相关,对经济发展程度不同的地区来说,用水效率的影响因素虽略有不同,但人均 GDP 是它们共同的影响因素,说明一个地区经济发展水平的高低对地区水资源的利用效率有重要作用。

关键词:用水效率;影响因素;回归分析;辽宁省

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2009)02-0001-05

水资源可持续利用战略的核心是提高用水效率,建成节水防污型社会^[1-2]。从这个意义上讲,用水效率的高低直接关系到经济社会的可持续发展,如何提高用水效率成为世界各国共同关注的问题^[3-6]。

辽宁省是我国北方严重缺水的省份之一,水资源供需矛盾非常突出。提高用水效率成为解决辽宁省水资源紧缺问题最行之有效的途径之一。通过研究用水效率的影响因素,定量分析各因素对用水效率的影响程度,可为地区水资源的节约、高效利用,以及经济发展的合理规划提供理论依据,对经济社会的可持续发展具有重要的现实意义。

1 辽宁省用水效率概况

用水效率是指在一定的投入和技术条件下,单位水资源所产生的效益。用水效率作为一种投入产出的生产率表现了水资源利用的程度和有效性,反

映了对水资源利用的广度和深度。运用数据包络分析方法,选择生活用水、生产用水、从业人员和固定资产投资作为输入指标,GDP 作为输出指标,对辽宁省 14 个城市 1999~2005 年的 98 个样本的用水效率进行计算^[7]。计算结果显示辽宁省各城市用水效率差异显著,见表 1。从表 1 可以非常直观地看到各城市用水效率状况:盘锦、大连为高用水效率区,沈阳、葫芦岛、锦州、辽阳、鞍山、营口用水效率较高,阜新、朝阳、抚顺、本溪用水效率较低,而铁岭、丹东则属于低用水效率区。HU Jin-li 等^[8]的研究成果表明,水资源利用效率与一个地区的经济发达程度存在着非常密切的关系。表 1 也反映了这样的事实,即经济发展程度不同的地区其用水效率也存在明显差异:发达地区最高,中等发达地区较低,欠发达地区最低。因此,笔者按照 GDP 的差异,将辽宁省 14 个地区或城市分为 3 类,即发达地区(沈阳、大连、鞍山、盘锦)、中等发达地区(抚顺、本溪、丹东、营口、辽

表 1 辽宁省城市用水效率(1999~2005 年)

年份	沈阳	大连	鞍山	抚顺	本溪	丹东	锦州	营口	阜新	辽阳	盘锦	铁岭	朝阳	葫芦岛
1999	0.41	1.00	0.53	0.33	0.32	0.25	0.45	0.42	0.31	1.00	1.00	0.15	0.39	0.46
2000	0.44	1.00	0.46	0.27	0.22	0.12	0.29	0.41	0.26	0.21	1.00	0.11	0.20	0.42
2001	0.54	1.00	1.00	0.63	0.52	0.25	0.68	0.69	0.35	0.43	1.00	0.29	0.39	0.57
2002	0.39	1.00	1.00	0.45	0.43	0.19	0.47	0.67	0.33	0.35	1.00	0.22	0.35	0.60
2002	0.36	1.00	1.00	0.58	0.57	0.21	0.52	0.66	0.38	0.37	1.00	0.19	0.37	0.75
2004	1.00	1.00	1.00	0.69	0.40	0.25	1.00	0.64	0.43	0.47	1.00	0.22	0.46	0.74
2005	1.00	1.00	1.00	0.59	0.61	0.28	1.00	0.65	0.51	0.54	1.00	0.25	0.66	0.78

基金项目:国家社会科学基金(07BJY066,03CJL006),国家自然科学基金(40501013)

作者简介:孙才志(1970—)男,山东烟台人,教授,博士生导师,主要从事水资源管理、海洋经济研究。

阳和欠发达地区(锦州、阜新、铁岭、朝阳、葫芦岛),既从总体上分析水资源利用效率的影响因素,也对各类地区或城市的水资源利用效率影响因素分别进行研究。

2 影响因素的选取

笔者将影响用水效率差异的因素分为以下5个方面。

2.1 自然因素

辽宁省降水量地区分布很不均匀,导致地区水资源分布出现很大差异,其分布趋势是:东部多于西部,沿海多于陆地,山区多于平原。这种分布状况造成区域水资源禀赋的自然差异较大。而水资源总量的多少仅是衡量区域水资源丰亏的一个方面,只有通过综合考虑一个区域的人口数量、国土面积、耕地面积等因素,才能在一定程度上准确地描述出这个地区水资源短缺与否^[9],为此,笔者选用水资源紧缺指标,即人均水资源量,作为影响水资源利用效率的自然因素。

2.2 经济因素

在经济发展的初级阶段,人们通过利用自然资源来带动地区经济发展,但这个时期由于受到技术水平的影响,资源的开采率非常低。随着经济的继续发展,资源成为拉动区域经济发展的主要驱动力,资源的开采量逐渐增大,但由于盲目地发展经济,造成资源浪费严重。当经济发展到一定程度时,部分资源的有限性限制了当地经济的发展,人们开始意识到资源的利用效率问题。就水资源来讲,经济发展与此也密切相关。由于区域经济的不平衡,从而带来区域之间水资源利用与保护政策的不同,区域社会经济发展对水资源禀赋的影响也就不同,因此,选择人均GDP作为影响水资源的利用效率的经济因素。

2.3 产业结构

产业结构直接影响了用水结构。农业是辽宁省的用水大户,农业灌溉用水量占全部用水量的70%以上,而种植水稻的用水量又占灌溉用水量的80%以上,且灌溉用水超出适宜灌水量的1倍,旱田水分利用率和利用效率分别仅为40%~50%和0.5~0.8kg/m²^[10],只相当于世界先进国家的一半。相对而言,第三产业耗水量较少,可以通过适当减少用水较多的第一产业的比重,发展用水较少的第三产业来提高水资源的利用效率。因此,选取两个产业结构因素作为影响用水效率的指标:①第一产业产值与第二产业产值、第三产业产值之和的比值;②第三产业比重。

2.4 用水状况

水资源的利用包括生活用水、工业用水和农业用水3部分。辽宁省是我国东北老工业基地之一和重要的粮食产区,工业、生活与农业三者之间争水的矛盾非常突出。目前水资源利用仍存在如下问题:生活用水浪费较多;工业用水重复利用率仅为70%,低于发达国家的80%;在农业用水方面,许多地方仍采用大水漫灌方式,超定额灌溉、串灌、深灌现象严重,农业水资源利用率非常低^[11]。据此,可确定影响用水效率的指标:人均生活用水量、农业用水量、工业用水量与农业用水量之比和水资源开发利用率(水资源开发利用率是总用水量与水资源总量的比值)。

2.5 社会因素

水资源利用效率的高低涉及的社会因素很多,如技术、人口、国家政策等,其中人口因素与水资源的关系最密切,人口的多少及人口素质的高低等对水资源的利用效率会产生一定程度的影响。一般说来,人口文化素质越高,其节水意识越强,水资源利用率越高,而人口的素质与受教育的水平有关,因此,选取人均教育费用支出作为社会因素。

3 回归方程的建立

采用回归分析的方法对用水效率的影响因素进行定量研究。回归分析是研究因变量与自变量之间变动比例关系的一种方法,最终结果一般是建立某种经验性的回归方程。根据所提到的影响因素建立如下回归方程:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_9 x_9 \quad (1)$$

式中: y 为各城市的用水效率; β_0 为回归方程的常数项; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_9$ 分别为人均水资源量、人均GDP、一产/(二产+三产)、第三产业比重、人均生活用水量、农业用水量/工业用水量、水资源开发利用率、人均教育费用支出与用水效率的相关系数; x_1, x_2, \dots, x_9 分别为下列各影响因素的值:人均水资源量,人均GDP,一产/(二产+三产),第三产业比重,人均生活用水量,农业用水量/工业用水量,水资源开发利用率,人均教育费用支出。

利用方程(1)分别对辽宁省的全部样本城市、发达地区、中等发达地区、欠发达地区用水效率的影响因素进行分析。全部样本城市覆盖1999~2005年度辽宁省的14个城市,共98个样本,其中发达地区4个城市,28个样本;中等发达地区5个城市,35个样本;欠发达地区5个城市,35个样本。所利用的

用水效率值是运用数据包络分析计算求出的数值^[7]。9个影响因素数据来自1999~2005年的《辽宁统计年鉴》和《辽宁省水资源公报》等。

4 影响因素回归分析

4.1 全部样本城市用水效率影响因素回归分析

运用 SPSS 统计软件,采用普通最小二乘法 (OLS) 对全部样本点数据进行回归分析,并检验方程的拟合度、方程的显著性和变量系数的显著性,结果见表 2。

全部样本城市用水效率影响因素回归方程的拟合度 R^2 和 F 显著性检验结果表明该方程通过显著性检验。方程的变量系数检验结果 P 值显示,人均水资源量、人均 GDP、第三产业比重、人均生活用水量都通过了显著性检验,其显著水平 P 值都在 1% 以下,尤其是人均水资源量、人均 GDP 的显著水平 P 值都为 0,说明用水效率与人均水资源量、人均 GDP 有非常强的相关性。第三产业比重的显著水平 P 值在 5% 以下,其他的影响因素都没有通过显著性检验。根据各因素的回归分析系数估计值得出如下结论:

a. 人均水资源量与用水效率呈显著的负相关

关系。这说明一个地区的水资源量越多,水资源利用效率反而越低。这主要是因为如果现有的水资源比较充足,能够满足人们正常的生活和生产用水需求,人们就意识不到水资源的重要性,因而缺乏节水意识,造成生产和生活上的水资源浪费,导致用水效率降低。

b. 人均 GDP 与用水效率呈显著的正相关关系。随着地区经济的发展,水资源的需求量逐渐增大,在现有水资源短缺的情况下,必然会通过提高水资源的利用率来解决目前缺水的问题。另外,经济的发展促进技术的进步、设备的改进,从而可以提高工业水资源重复利用率、改变农业用水的灌溉方式、改善城市供水管道老化问题,从而提高了一个地区的用水效率。

c. 第三产业比重与用水效率呈显著的正相关关系。这一结论与本文前面讨论的产业结构对用水效率的影响相一致。这种正相关关系主要是由第三产业的用水特点决定的,与其他产业相比,第三产业耗水量相对较少。一个地区的第三产业比重越高,耗水量较大的第一、第二产业比重就会相对减少,因而有助于用水效率的提高。

d. 人均生活用水量与用水效率呈负相关关系。

表 2 全部样本城市用水效率影响因素回归分析结果

参 数	非标准化回归分析系数		标准化回归分析系数		变量系数检验	
	估计值	标准误差	估计值	t 值	P 值	
β_0	0.198	0.216		0.917	0.362	
β_1	0	0	-0.326	-5.455	0	
β_2	2.70×10^{-5}	0	0.876	7.856	0	
β_3	-0.214	0.202	-0.099	-1.062	0.291	
β_4	0.007	0.003	0.195	2.215	0.029	
β_5	-0.004	0.001	-0.280	-3.359	0.001	
β_6	-0.106	0.190	-0.061	-0.558	0.578	
β_7	0.008	0.031	0.024	0.245	0.807	
β_8	0.010	0.018	0.057	0.569	0.570	
β_9	-6.83×10^{-6}	0	-0.002	-0.033	0.974	
F 检验	33.936				0	
调整的 R^2	0.753					

表 3 发达地区用水效率影响因素回归分析结果

参 数	非标准化回归分析系数		标准化回归分析系数		变量系数检验	
	估计值	标准误差	估计值	t 值	P 值	
β_0	0.862	0.918		0.939	0.360	
β_1	0	0	-0.256	-1.602	0.127	
β_2	3.19×10^{-5}	0	0.845	3.223	0.005	
β_3	-0.421	1.724	-0.050	-0.244	0.810	
β_4	0.007	0.007	0.352	0.942	0.359	
β_5	-0.007	0.002	-0.704	-3.648	0.002	
β_6	-0.609	0.664	-0.431	-0.917	0.371	
β_7	-0.237	0.211	-0.301	-1.125	0.275	
β_8	0.002	0.032	0.016	0.052	0.959	
β_9	-2.33×10^{-5}	0.001	-0.012	-0.043	0.966	
F 检验	8.138				0	
调整的 R^2	0.704					

人均生活用水量的回归分析系数为负值,表明人均生活用水量越多,生活用水浪费越严重,相应的用水效率就会降低。这从另一方面说明了生活用水也是影响用水效率的重要因素,不能忽视生活用水的浪费对用水效率的影响。

4.2 发达地区用水效率影响因素回归分析

在对全部样本城市用水效率影响因素进行回归分析的基础上,对发达地区城市用水效率采用相同的因素进一步加以分析。发达地区用水效率影响因素回归分析结果见表3。

发达地区用水效率影响因素回归方程通过了拟合度 R^2 检验和 F 显著性检验,但是与全部样本城市用水效率影响因素回归分析的结果出现了一定的差异,全部样本城市的回归分析结果对发达地区不完全适用。变量系数检验结果中,只有人均GDP和人均生活用水量通过了显著性检验,其显著性水平 P 值都在1%以下。人均GDP对用水效率的影响为正,人均生活用水量与用水效率呈负相关关系。这与全部样本城市用水效率影响因素的回归分析结果是一致的。所不同的是,发达地区人均生活用水量的标准化回归分析系数为-0.704,远高于表2中的

-0.280,说明发达地区人均生活用水量的影响力较强。另外,发达地区人均水资源量标准化回归分析系数为负,第三产业比重的标准化回归分析系数为正,这一点与全部样本城市的标准化回归分析系数一致。但只有标准化回归分析系数在10%以上才通过显著性检验,因此,数据说明这两者对发达地区城市的用水效率影响较小。

4.3 中等发达地区用水效率影响因素回归分析

中等发达地区用水效率影响因素的回归分析结果见表4。由表4可知,中等发达地区的用水效率影响因素回归分析结果同样与全部样本城市和发达地区的回归分析结果不同:其调整后的 R^2 值为0.355,数值较小,说明回归方程的拟合度较差; F 检验值在5%水平下显著,比发达地区回归方程的显著性低,但可以通过显著性检验;其变量系数检验结果中,只有人均GDP通过了显著性检验,为正相关关系,且显著性水平不是在1%以下,而是在5%以下;其他指标如人均水资源量、第三产业比重、人均生活用水量等的显著水平 P 值都在10%以上,没有通过显著性检验。因此,中等发达地区影响用水效率的因素只有人均GDP。

表4 中等发达地区用水效率影响因素回归分析结果

参 数	非标准化回归分析系数		标准化回归分析系数 估计值	变量系数检验	
	估计值	标准误差		t 值	P 值
β_0	0.022	0.413		0.054	0.957
β_1	-8.14×10^{-5}	0	-0.441	-1.436	0.164
β_2	6.77×10^{-5}	0	1.430	2.165	0.040
β_3	2.899	2.092	0.901	1.385	0.178
β_4	-0.004	0.014	-0.105	-0.320	0.751
β_5	-0.001	0.003	-0.066	-0.311	0.758
β_6	-0.630	0.583	-0.624	-1.080	0.290
β_7	0.001	0.072	0.006	0.012	0.990
β_8	0.141	0.080	0.492	1.755	0.132
β_9	-0.001	0.001	-0.419	-1.059	0.300
F 检验	3.077				0.013
调整的 R^2	0.355				

表5 欠发达地区用水效率影响因素回归分析结果

参 数	非标准化回归分析系数		标准化回归分析系数 估计值	变量系数检验	
	估计值	标准误差		t 值	P 值
β_0	0.561	0.352		1.593	0.124
β_1	-0.001	0	-0.687	-3.703	0.001
β_2	5.42×10^{-5}	0	0.912	7.560	0
β_3	-0.028	0.168	-0.018	-0.169	0.867
β_4	-0.004	0.005	-0.086	-0.689	0.497
β_5	0.001	0.003	0.038	0.299	0.767
β_6	-0.041	0.368	-0.024	-0.112	0.912
β_7	-0.016	0.077	-0.028	-0.204	0.840
β_8	-0.217	0.073	-0.420	-2.982	0.006
β_9	0	0	-0.065	-0.593	0.558
F 检验	19.914				0
调整的 R^2	0.834				

4.4 欠发达地区用水效率影响因素回归分析

欠发达地区用水效率影响因素的回归分析结果见表5。由表5可知,欠发达地区用水效率影响因素回归方程通过了拟合度和显著性检验,其调整后的 R^2 值为0.834,高于前3种情况,说明其回归方程的拟合度好于前3种。变量系数检验结果与前述3者也有一定的差别。影响因素中,人均水资源量、人均GDP、水资源开发利用率的显著水平 P 值均在1%以下,通过了显著性检验,说明它们与用水效率有极强的相关性。人均水资源量的标准化回归分析系数为负值,说明人均水资源量与用水效率呈负相关;人均GDP的标准化回归分析系数为0.912,说明它与用水效率呈正相关;水资源开发利用率的标准化回归分析系数为-0.42。说明它与用水效率呈负相关。这些数据说明,在经济落后地区,人们仍通过大量开采资源来发展经济,水资源开发利用率高,利用效率却非常低,浪费严重。但水资源开发利用率这一影响因素在前述3种情况中均不显著,第三产业比重、人均生活用水量在回归分析中没有通过显著性检验,说明它们对用水效率影响很小。

5 结论及建议

笔者利用回归分析的方法对影响用水效率的因素进行了分析,这些因素涉及自然因素、经济因素、社会因素、产业结构、水资源利用状况中的9个指标。回归分析结果表明,人均水资源量、人均GDP、第三产业比重、人均生活用水量对全部样本城市用水效率有显著性影响;发达地区用水效率的显著性影响因素为人均GDP、人均生活用水量;中等发达地区用水效率的显著性影响因素只有人均GDP;而人均水资源量、人均GDP、水资源开发利用率是欠发达地区用水效率的显著性影响因素。总之,影响各地区用水效率的因素并不完全一致,其中人均GDP是共有的影响因素,说明一个地区经济发展水平的高低对地区水资源的利用效率有重要作用。这一结论为不同地区制定相应的水资源管理政策提供依据。据此,可提出提高辽宁省用水效率的建议:

a. 加大节水宣传力度,提高公民节水意识。从用水效率的影响因素分析中可以发现,人均水资源总量与用水效率呈显著的负相关关系,表明在人均水资源越多的地区,用水效率越低,这与人们的节水意识有极大的关系,因此,需要加强节水宣传教育,在全社会不断树立和增强节水意识,使节水观念深入人心,将节水意识转化为一种行为,渗透到人们的生活和生产中。

b. 加大对经济落后地区的资金支持。人均GDP是用水效率最显著的影响因素,与用水效率呈正相关关系。发达地区经济基础雄厚,政府可以投入大量的资金用于管道维修、技术创新以及设备改造,从而提高用水效率。但在经济落后地区,由于没有相应的财力,因此,政府应对经济不发达地区加大扶持力度,投入大量资金用于水资源的利用和管理,改善当地的水资源供给和利用的配套基础设施,以提高水资源利用效率,缓解水资源紧张的局势。

c. 优化产业结构,调整产业布局。产业结构对用水效率有显著性影响,所以应依据水资源分布及配置能力调整产业结构及布局,建立节水型产业结构。主要包括以下几点:①在缺水地区适当降低第一产业的比重,重点发展第三产业,尤其是计算机和软件服务业、租赁和商务服务业等;②抓住目前国家鼓励合理调整产业布局的有利时机,将耗水量大的产业向水资源丰富的地区转移;③严格限制新上高耗水、高污染的工业项目,对已建的项目要进行技术改造,以降低用水指标。

参考文献:

- [1] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[R].北京:中国水利水电出版社,2001:1-61.
- [2] 李世祥.中国水资源利用效率区域差异研究[D].北京:中国地质大学,2006.
- [3] KARAGIANNIS G, TZOUVELEKAS V, XEPAPADEAS A. Measuring irrigation water efficiency with a stochastic production frontier[J]. Environmental and Resource Economics, 2003(26):57-72.
- [4] RODRIGUEZ-DIAZ J A, CAMACHO-POYATO E, LOPEZ-LUQUE R. Application of data envelopment analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2004, 130(3):175-183.
- [5] 王晓娟,李周.灌溉用水效率及影响因素分析[J].中国农村经济,2005(7):11-18.
- [6] 陈晓光,徐晋涛,季永杰.华北地区城市居民用水需求影响因素分析[J].自然资源学报,2007,22(2):275-280.
- [7] 孙才志,李红新.辽宁省水资源利用相对效率的时空分析[J].资源科学,2008,30(10):1442-1448.
- [8] HU Jin-li, WANG Shi-chuan, YE Fang-yu. Total-factor water efficiency of regions in China[J]. Resources Policy, 2006(31):217-230.
- [9] 陈爱侠.陕西省水资源利用效率及其影响因素分析[J].西北林学院学报,2007,22(1):178-182.
- [10] 李春华,李云岚,王志发,等.辽宁省农业节水与水资源可持续利用[J].科技情报开发与经济,2006,16(21):137-139.
- [11] 郝春琴,何伟才,程世迎.辽宁省水资源可持续开发利用的对策与建议[J].东北水利水电,2004,22(3):9-10.

(收稿日期 2008-10-15 编辑 彭桃英)