

• 经济与管理 •

# 阶梯水价约束效应：居民家庭水费支出与节水行为

何有幸<sup>1</sup> 陈念东<sup>2</sup> 黄森慰<sup>1\*</sup> 黄可扬<sup>1</sup> 陈世文<sup>1</sup>

1. 福建农林大学公共管理与法学院 福建福州 350002; 2. 福州职业技术学院 福建福州 350000

**摘要:** 阶梯水价制度实施10年来,我国生活用水总量不降反升,因此评估制度成效是改进和完善制度的必然要求。研究基于2021年福建省2335户城镇居民家庭用水数据,运用联立方程控制内生性,实证检验了阶梯水价对居民家庭节约用水的影响。研究发现:阶梯水价对居民家庭节约用水具有约束效应,家庭水费支出系数每提升1%,家庭节水行为水平将提高4.107%;但由于家庭水费支出系数与家庭节水行为间相互作用的动态调节关系,使得现行阶梯水价难以降低生活用水总量,表现为居民家庭用水具有稳定性;阶梯水价约束效应大小仅与其第一、二梯度水价差成正比,表明阶梯水价制度设计的有效性和现行水价标准的不完善;阶梯水价约束效应的稳定发挥需要阶梯水价标准的及时调整,水价调价周期超过57个月(4.75年)时阶梯水价的约束效应不再显著。

**关键词:** 阶梯水价;约束效应;家庭水费支出;节水行为;联立方程

中图分类号:F299.24 文献标志码:A 文章编号:1672-8505(2023)01-0090-14

doi:10.12189/j.issn.1672-8505.2023.01.010

## The Constraint Effect of Ladder Water Price: Household Water Expenditure and Water Saving Behavior

HE You-xing<sup>1</sup> CHEN Nian-dong<sup>2</sup> HUANG Sen-wei<sup>1\*</sup> HUANG Ke-yang<sup>1</sup> CHEN Shi-wen<sup>1</sup>

1. School of Public Administration & Law, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian, 350002, China;

2. Fuzhou Vocational and Technical College, Fuzhou, Fujian, 350000, China

**Abstract:** Since the implementation of the ladder water price system for 10 years, the total domestic water consumption in China has not decreased but increased. So it is an inevitable requirement to improve and perfect the system to evaluate the effectiveness of the system. Based on the water consumption data of 2335 urban households in Fujian Province in 2021, the study empirically tested the impact of stepped water prices on household water consumption by using simultaneous equations to control endogenous. It is found that the ladder water price has a constraint effect on the water saving of households, and the household water saving behavior will increase by 4.107% for every 1% increase in the household water expenditure coefficient. However, due to the dynamic adjustment relationship between the coefficient of household water bill expenditure and the level of household water-saving behavior, it is difficult for the current ladder water price to reduce the total domestic water consumption, which shows that the household water consumption is stable.

收稿日期:2022-10-05

基金项目:国家社会科学基金一般项目“农村环境治理体系和治理能力现代化研究”(20BSH113)。

第一作者:何有幸,男,硕士研究生,主要从事环境治理研究。

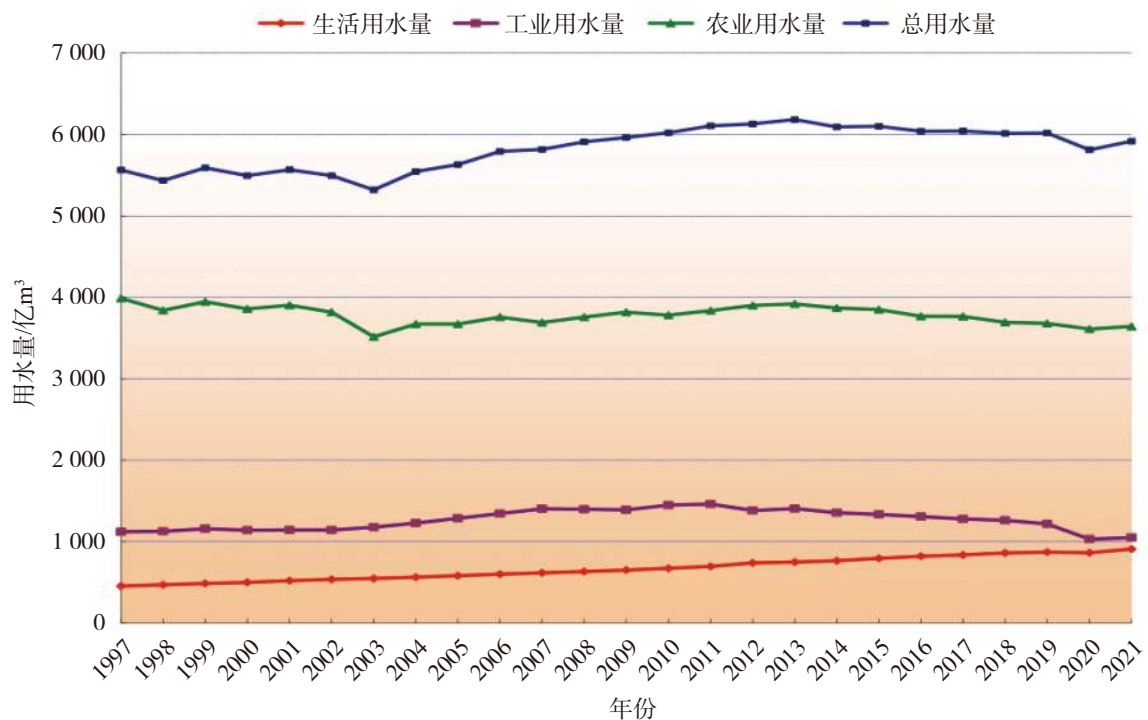
\*通信作者:黄森慰,男,教授,博士,博士生导师,主要从事环境治理研究。

引用格式:何有幸,陈念东,黄森慰,等.阶梯水价约束效应:居民家庭水费支出与节水行为[J].西华大学学报(哲学社会科学版),2023,42(1):90-103.

The constraint effect of step water price is only proportional to the difference between the first and second gradient water price, which indicates the effectiveness of the step water price system and the imperfection of the current water price standard. The stable exertion of the constraint effect of step water price requires timely adjustment of the step water price standard. When the water price adjustment period exceeds 57 months (4.75 years), the constraint effect of step water price is no longer significant.

**Key words:** ladder water price; restraint effect; household water expenditure; water saving behavior; simultaneous equation

回顾我国水价制度的变革历程, 历经了无偿供水时期、低水价时期、非成本核算时期、商品化价格时期和阶梯式水价时期<sup>[1]</sup>, 实行居民生活用水阶梯水价制度, 是促进节约用水的现行政策<sup>①</sup>。一系列水价改革的背后是水资源供求关系的变化, 更深层次的原因可归结为对水资源价值认识的转变。传统观念认为水资源为所有人共享, 是“无价”的, 因而在人们的生产生活过程中较少考虑水资源的价值, 使得水资源的分配使用失去价值杠杆。而随着我国人口的剧增和经济急速发展, 一系列水资源危机相继出现, 迫使人们对传统水资源价值观进行反思, 并逐渐形成了水资源价值理论, 认为水资源具有经济属性、社会属性和自然属性, 是经济、社会、生态环境价值的统一<sup>[2]</sup>。发挥水价对社会用水的调控作用, 建设生态文明的节水社会逐渐成为人们共识<sup>[3]</sup>, 在此背景下出台的《关于加快建立完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》(发改价格[2013]2676号), 明确提出“2015 年底前要全面实行居民阶梯水价制度”。阶梯水价制度的施行提高了水价对用水量的影响<sup>[4]</sup>, 有利于保障居民基本生活用水量 and 促进全社会节约用水<sup>[5]</sup>, 能够使全社会年人均用水量下降 16.87%<sup>[6]</sup>。然而, 就居民生活用水来说, 有学者指出阶梯水价制度节水效果并不明显<sup>[7]</sup>, 甚至在部分地区用水量逐渐上涨<sup>[8]</sup>, 居民家庭用水占比从 31% 增至 40%<sup>[9]</sup>。图 1 展示了 1997 年—2021 年我国社会用水量逐年变化情况, 可以发现 2013 年以后, 全社会总用水量、农业总用水量和工业总用水量总体上呈下降趋势, 而生活总用水量呈稳定略有上升趋势。全国各地的阶梯水价制度的实施并没有有效降低居民生活用水量, 人均生活用水量稳定在 57.78—61.62 立方米·年/人<sup>[10]</sup>。由此产生两个疑问——阶梯水价的实施是否能够促进居民家庭节水? 如能促进居民家庭节水, 又为何居民生活用水量总体稳定不变?



数据来源: 2021 年度《中国水资源公报》。

图 1 1997—2021 年全国用水量变化图

目前学界对阶梯水价与居民用水行为的关系研究大致可分为阶梯水价定价测算研究和阶梯水价实施效果研究<sup>[11]</sup>,本研究归属于后者。就阶梯水价实施效果研究来看,黄鑫等<sup>[12]</sup>基于 Holt-Winters 算法发现上海市阶梯水价实施后总体家庭生活用水量有所下降;廖显春等<sup>[13]</sup>基于我国 285 个地级市面板数据实证表明实施相较于统一水价,实施阶梯水价的城市耗水量降低 16.58%。虽然阶梯水价具有一定的节水效应,但雷雨佳<sup>[14]</sup>从经济学角度分析认为自来水价格弹性很小难以降低生活用水需求量,孙宇飞和王延荣<sup>[15]</sup>指出城镇居民生活水价格弹性仅在-0.4~-0.5 之间,郑新业等<sup>[16]</sup>采用联立方程处理内生性后发现我国城市居民生活用水价格弹性为-2.43。虽然目前并无确定性的生活水价格弹性指数,但基本上都认为水价对用水量具有影响。此外,王军<sup>[17]</sup>、廖显春等<sup>[13]</sup>指出阶梯水价制度要兼顾公平效应以保障低收入群体基本生活用水需求,生活用水总量的降低要通过培养居民节水行为来实现。以上研究有助于理解阶梯水价制度的实施对降低居民生活用水量的影响,但仍存在不足:一是未能解释为何阶梯水价制度实施后居民生活用水量未能下降而是基本稳定甚至略有上升;二是相关研究主要从宏观角度发现阶梯水价的实施对地区生活用水总量的影响,缺少微观层面上家庭节用水情况的直接变化;三是阶梯水价的效果研究主要集中在关注其节水效应和公平效应,而较少深入讨论阶梯水价对居民用水行为的约束效应。

本研究旨在厘清阶梯水价制度对城镇居民家庭生活用水的影响,具体研究思路:首先是检验阶梯水价是否对居民家庭生活用水行为有约束作用,即有无促进家庭节水行为;其次,若阶梯水价对居民家庭生活用水行为有约束作用,探究为何居民家庭生活用水没明显下降;再次,进一步探究阶梯水价是如何影响居民家庭生活用水的。文章将基于 2021 年福建省 3800 户城镇居民家庭生活用水微观数据以及福建省地区水价相关宏观数据,借鉴已有研究做法,利用联立方程法控制内生性,探讨居民生活水费支出对居民家庭节水行为的影响及其影响机制。本文的可能贡献是:一是运用宏微观组合数据实证分析阶梯水价对居民家庭用水行为的影响以弥补现有研究缺乏微观上对居民家庭用水的探讨;二是探究阶梯水价制度实施后居民家庭用水量没有明显及持续下降的原因;三是进一步厘清阶梯水价对居民家庭用水的影响机制。

## 一、理论分析与假设提出

城镇生活自来水是一种准公共物品,其价格机制实际上是一种非完全市场性的行政定价<sup>[14]</sup>。并且生活自来水是人们生活的必需品,同时缺乏替代品,水价对居民家庭生活用水需求影响有限,因而理论上和实际上都无法直接通过城镇生活水价的变化来实证分析水价对居民家庭用水量的影响。具体来说,我国大部分地区实际情况是水价现行标准一经制定基本维持多年不变,以及人们家庭生活用水需求的稳定性使得家庭用水量变化不大。前人实证研究阶梯水价对居民家庭用水情况变化影响的做法是采用地区多期的水价与家庭用水数据<sup>[18]</sup>,其优点便是数据可得性高,不足之处是无法从微观上反映现行水价对具体居民家庭用水情况的影响。家庭水费支出系数是反映家庭水费负担情况的重要指标,是居民水费支出占当地可支配收入的比重。学界和政策界常常使用这一指标以观察地区生活水价对居民家庭的影响,在水价制定过程中也将其纳入考量,如《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013)指出,水费支出系数不超过 3% 时,水价在用水户可接受范围;世界银行确定的发展中国家的家庭水费支出系数上限是 5%<sup>[19]</sup>。王雨等<sup>[18]</sup>及柳长顺等<sup>[20]</sup>学者采用家庭水费支出系数探讨水价对居民家庭节用水的影响。此外,由于生活自来水缺乏替代品,而家庭节水行为是居民可普遍采取的有限替代选择,能够反映水价对家庭用水情况的影响<sup>[21]</sup>。综上,为探究现行阶梯水价对居民家庭用水情况的影响,基于前人做法和现有数据,从家庭水费支出系数与居民家庭节水行为入手进行分析,并提出假设如下。

H1: 阶梯水价对居民家庭用水行为具有约束效应,水费支出系数越大的居民家庭其节水行为水平越高。

古典经济学揭示了价格与需求之间的相互影响关系,相关研究也表明阶梯水价与用户用水量之间存在双向因果<sup>[16][22]</sup>。现行阶梯水价制度的核心是将家庭用水量划分为数个不同的梯度(大部分地区为三梯度,少部分为二梯度和四梯度),不同梯度水量的水费标准不一样,《城镇供水价格管理办法》(2021年国家发改委住建部令第46号,下称“价格管理办法”)指出一、二、三级阶梯水价比例应不低于1:1.5:3。从理性经济人角度,居民家庭随着家庭水费支出系数的升高会采取一定的节水行为以减少水费支出,并且尽可能控制家庭用水量在低水量梯度内,而家庭节水行为的采取反过来又可能影响了其家庭水费支出。由此,假设如下。

H2: 家庭节水行为有助于家庭用水的稳定,居民家庭节水行为的提高会抑制其家庭水费支出系数的增长。

20世纪90年代,OECD国家进行大规模水价改革时提出了家庭水费承受力这一概念,此后不少学者将家庭水费承受力纳入水价与居民用水影响关系中<sup>[23]</sup>。家庭水费承受力会影响阶梯水价对居民家庭生活用水的效果,不同层次居民的承受力产生不同实施效果<sup>[17]</sup>,而对那些具有较强的水费承受能力的家庭,阶梯水价模式不能促进其采取节水行为<sup>[24]</sup>。家庭水费支出系数与家庭水费承受力间可能是相互影响的关系,用水需求较大的家庭水费支出系数高,从而可能具有较高的水费承受力,而当家庭水费支出越接近其水费承受力时,家庭通常会有意识控制用水,从而使得家庭水费支出系数较低,家庭水费支出会通过家庭水费承受力进而影响家庭节水行为。一般来说,一个家庭的实际水费支出是在水费承受力水平之下的,即家庭水费承受力抑制水费支出系数的上升,因而家庭水费承受力的存在可能会降低家庭水费支出系数上升对家庭节水行为的促进作用。从而,提出假设如下。

H3a: 家庭水费支出系数通过影响家庭水费承受力,进而对家庭节水行为产生影响。

H3b: 家庭水费承受力在家庭水费支出系数对家庭节水行为间起到遮掩效应,削弱了家庭水费支出系数对家庭节水行为的促进效果。

水价调价是计费规则和标准的改变,就其结果来说通常是一次水价涨价。与国外大城市相比,我国大城市水价普遍存在调价难、调价周期长的问题,存在一调多年不变的现象<sup>[25]</sup>。针对此问题,“价格管理办法”中明确规定“城镇供水价格监管周期原则上为3年”。而事实上,仍然存在部分地区调价周期远超过3年,甚至20年未调价<sup>[25]</sup>。水价未及时调整,使得供水单位成本上涨,乃至出现价格倒挂的现象<sup>[26]</sup>;此外,随着水价调价周期的增长,水价对居民用水的约束效应可能相应减弱。从微观经济角度分析,随着阶梯水价调价周期的增长,水价维持不变,而人均可支配收入逐年增长,水费支出占收入的比例会降低,从而可能削弱阶梯水价对居民用水的约束效应,减少家庭节水行为。并且从经济心理学角度,具有长期性、日常性和低成本性的水费支出具有较强的消费惯性,家庭节水行为的改变在短时间内可能差异不明显。因此,阶梯水价调价周期在水费支出与节水行为影响关系中的影响可能是非线性的,存在特定的调价周期时间节点,使得水费支出与节水行为影响关系出现显著的变化。提出如下假设。

H4: 阶梯水价周期在家庭水费支出系数对家庭节水行为间起到门槛效应,当现行阶梯水价执行时间超过一定周期时,家庭水费支出系数对家庭节水行为影响不再显著。

## 二、数据来源、变量说明与描述性统计

### (一) 数据来源

本文采取微观数据和宏观数据相结合的方式。微观数据方面,来源于福建省价格协会进行的“福建

省供水价格机制调查2021”课题,该数据集包含了家庭成员情况、家庭节用水情况、家庭水费支出情况、涉水相关评价等数据;调查采用整群多阶段随机抽样方法抽取了福建省33个区(县)作为调查样本,第一阶段是每个地级市或行政管理区中抽取一个中心城区和两个县,第二阶段,在被选中的中心城区中二次抽取四个街道,在被选中的县中二次抽取一个县城的街道和一个经济中等水平的乡镇所在地的居民为调查对象,开展随机抽样调查。宏观数据方面,来源于《福建统计年鉴2021》《福建水资源公报2021》等文件,以及福建省统计局和中国房价行情网等数据网站。原始数据为3800户城镇家庭,剔除部分缺失值和异常值后有效数据共2335份,具体指标含义及来源见表1。

表1 主要变量的描述性统计分析结果

变量名	变量释义	均值	标准差	最大值	最小值
家庭节水行为 <sup>A</sup>	家庭用水中废污水重复利用水平	1.48	1.08	5.00	1.00
生活水费支出系数 <sup>AB</sup>	家庭人均水费支出占人均可支配收入之比	0.006	0.002	0.020	0.002
性别 <sup>A</sup>	家庭受访者性别	0.53	0.50	1.00	0.00
年龄 <sup>A</sup>	家庭受访者年龄(周岁)	2.02	0.54	4.00	1.00
就业 <sup>A</sup>	家庭受访者就业类型按“机关事业单位、企业、离退休、个体自由职业、其它”划分	2.42	1.07	5.00	1.00
家庭人口数量 <sup>A</sup>	1=2人及以下,2=3~5人,3=6~7人,4=8人及以上	1.72	0.50	3.00	1.00
家庭每月用水量 <sup>A</sup>	家庭平均每月用水量/立方米	20.25	7.54	50.00	6.00
家庭水费承受力 <sup>A</sup>	人均每月所能接受的水费上限:1=25元以下,2=25~40元,3=41~60元,4=60~100元,5=101~150元	1.95	0.86	5.00	1.00
供水稳定性 <sup>A</sup>	对当地供水安全稳定保障满意度:1=不满意,2=不太满意,3=一般,4=比较满意,5=满意	4.65	0.67	5.00	1.00
价格重要性 <sup>A</sup>	水价对家庭生活的影响:1=不重要,2=不太重要,3=一般,4=比较重要,5=重要	4.59	0.73	5.00	1.00
常住人口 <sup>B</sup>	家庭所在区(县)七普常住人口数量/十万人	5.66	3.36	15.18	0.34
人均工资水平 <sup>C</sup>	家庭所在区(县)2020年人均工资水平/万元	8.89	1.32	12.09	6.48
平均房价 <sup>E</sup>	家庭所在区(县)2021年1月房价,万元/平方	1.703	1.451	7.008	0.655
人均生活用水量 <sup>D</sup>	城镇居民人均生活用水量,升/日/人	150.05	16.38	175.00	123.00
人均水资源量 <sup>D</sup>	家庭所在区(县)2020年人均水资源量,立方米/人	2566.0	2797.5	8931.0	106.0
上年降水量 <sup>D</sup>	家庭所在区(县)2020年降水量/米	1.29	0.26	1.81	0.75
二一梯度水价比 <sup>A</sup>	家庭所在地第二梯度水价与第一梯度水价之比	1.50	0.04	1.67	1.34
三二梯度水价比 <sup>A</sup>	家庭所在地第三梯度水价与第二梯度水价之比	1.72	0.37	2.17	1.00
市级城区 <sup>A</sup>	家庭所在区(县)类型虚拟变量,以海岛县为对照	0.47	0.50	1.00	0.00
经济发达县 <sup>A</sup>	家庭所在区(县)类型虚拟变量,以海岛县为对照	0.24	0.43	1.00	0.00
山区县 <sup>A</sup>	家庭所在区(县)类型虚拟变量,以海岛县为对照	0.16	0.36	1.00	0.00
家庭人均用水量 <sup>A</sup>	平均每月每个家庭成员用水量/立方米	12.10	2.25	16.67	6.00
收费合理性 <sup>A</sup>	对目前供水收费合理性评价:1=不合理,2=不太合理,3=一般,4=比较合理,5=合理	4.35	0.84	5.00	1.00

注:A数据来自“福建省供水价格机制调查2021”,B数据来自福建省统计局,C数据来自《福建统计年鉴2021》,D数据来自《福建水资源公报2021》,E数据来自中国房价行情网。

## (二) 变量说明

被解释变量方面。家庭节水行为是本研究的被解释变量。研究指出,家庭节水模式有两种基本类

型,一种是节水器具采用,另一种是节水行为采取<sup>[27]</sup>。由于中国城镇家庭节水器具使用率仅为 30%<sup>[28]</sup>,而节水行为采取在广大家庭中更具普遍性,故选取“重复用水比例”表征家庭节水行为水平。重复用水比例指标设计思路借鉴西班牙统计研究所 (INE) 的节水指标 (WSI),通过问题“您是否有重复用水的习惯?用过的废污水重复利用量达到多少?比如洗菜、洗脸水用于冲厕所等。”进行测量。

解释变量方面。生活水费支出系数是本研究的解释变量,通过公式  $R=PW/V$  进行测算<sup>[29]</sup>,其中,  $R$  为水费支出系数,是水费支出占收入的比值,  $P$  为供水价格(元/立方米),  $W$  为用水量(立方米),  $V$  为居民收入水平(元),以人均可支配收入作为指标。目前的水费支出系数测算有宏观和微观两种类型<sup>[23]</sup>,本研究综合两种做法,用水量采用家庭层面的数值,其余的供水价格和人均可支配收入采用县区层面的数值。

控制变量方面,借鉴前人研究设计,选择居民个体特征变量<sup>[30]</sup>(性别、年龄和就业)、家庭特征变量<sup>[31]</sup>(家庭人口数量、家庭月用水量和家庭水费承受力)、认知因素<sup>[30][32]</sup>(价格重要性和供水稳定性)和地区情况因素<sup>[13-16]</sup>(常住人口、平均房价、人均生活用水量、人均水资源量、上年降水量、二一梯度水价比、三二梯度水价比和地区类型虚拟变量)。需要特别指出的是本研究还纳入水费承受力,水费承受力的测量上可分为客观和主观两种方式,客观的水费承受力主要通过家庭注重用水量并采取节水措施时的水费支出系数  $R$  值确定,而主观的水费承受力主要通过结构化问卷询问获知,主观的水费承受力测量具有反映家庭水费支出经济和心理上的承受力,是两者的竞合,本研究采用主观的水费承受力测量方法。

### (三) 描述性统计

在进行模型估计前对研究区域主要节用水情况进行描述性分析。表 2 数据按地市展示了福建省 2021 年城镇家庭节用水情况和地区阶梯水价执行情况。家庭生活用水支出情况方面,福建省家庭平均水费支出系数( $R$  值)平均值为 0.60%,其中  $R$  值最高的城区是平潭,为 0.99%;最低的是泉州,为 0.44%。整体来说,福建省城镇居民家庭生活用水支出压力较小, $R$  值略低于学者研究指出的兰州市平均  $R$  值 0.73%,也低于主要的 OECD 国家,如法国平均  $R$  值 0.9%,墨西哥 1.1%,英国 1.2%<sup>[18]</sup>。

表 2 2021 年福建省各城居民家庭节用水信息统计表

	平均水费支出系数( $R$ 值)	重复用水比例(%)					水费承受力(%)					水价调价周期(月)
		0%	10%左右	20%左右	30%左右	>50%	<25元	25—40元	41—60元	60—100元	101—150元	执行时间
福州	0.60%	85	7.5	5.25	1.25	1	46.75	36.5	10.25	5.5	1	55.5
厦门	0.50%	85.75	3	7.25	1.5	2.5	30.75	47	17.75	4	0.5	96
泉州	0.44%	86	4.75	8	1.25	0	32	50.5	13.75	3.25	0.5	49.5
莆田	0.70%	92.25	2.25	3	1.25	1.25	41.25	41.25	15.5	1.75	0.25	67.5
漳州	0.56%	84	6	4.25	4.25	1.5	26.75	44.25	20.25	7.25	1.5	65.25
南平	0.62%	80.75	6.25	5.5	4	3.5	27.5	48.25	19.5	4.25	0.5	78.25
三明	0.45%	85.25	3.25	7	4.5	0	27.5	46	22.75	3.75	0	53.5
龙岩	0.52%	82.75	3.5	4	5.5	4.25	32.75	45.5	17.75	3.5	0.5	84
宁德	0.64%	61.25	3.25	4.5	17.75	13.25	34.25	44.25	15.75	4.5	1.25	36.25
平潭	0.99%	43.5	3.5	7.5	26.5	19	27	41.5	25.5	5	1	55
总体平均值	0.60%	80.5	4.37	5.53	5.74	3.87	32.95	44.66	17.47	4.24	0.68	64.075

居民节水行为水平方面。表2所示,总体上福建省80.5%的家庭重复用水比例为0或接近0,换言之不到20%的家庭有明显的重复用水行为,而仅有3.87%的家庭重复用水比例高于50%。可见目前我国居民家庭节水行为水平不高,生活节水任重道远,节水促进措施实效有待加强。此外,平潭地区家庭重复用水比例为56.5%,远高于福建省其它地区,可能与其海岛县的区域特征有关。

家庭水费承受力方面。由表2,总体上福建省77.61%的家庭水费承受力集中在人均每月水费40元以下。其中,32.95%的家庭水费承受力在人均水费25元以下,44.66%的家庭水费承受力在人均每月水费25~40元之间。分地区看,平潭地区家庭水费承受力最高,73.0%的家庭可承受水价在人均每月25元以上。与人均月电费支出35.08元对比<sup>[33]</sup>,福建省居民水费承受力要低于电费支出。

阶梯水价调价周期方面。总体上福建省现行阶梯水价距上次调整时间为64.075个月(约5.3年)。其中,南平地区平均水价调价周期最长,为78.25个月(约6.5年);宁德地区平均水价调价周期最短,为36.25个月(约3年),普遍超出“价格管理办法”要求的3年。

### 三、模型构建与估计方法讨论

#### (一) 联立方程模型构建

联立方程模型是相对于单一方程而言的,其包含两个以上的方程,其中一个方程参数有效估计的前提是系统中其它方程所提供的信息,常用来解决互为因果关系。当两个变量互为因果时,用单一方程模型很难将两个变量之间的关系完整地描述出来,此时就需要将相关方程联立进行系统地分析。本文中,由于家庭节水行为与家庭水费支出间关系的复杂性,需通过对家庭节水行为与家庭水费支出系数变量分别建立方程将其联立分析。

##### 1. 家庭节水行为方程

本研究选择家庭重复用水比例这一指标来表征家庭节水行为,在控制变量方面纳入地区层面和家庭层面的变量,同时依据部分研究指出的认知因素对节水行为的影响,加入了认知层面的变量。此外,由于本文研究对象为居民家庭,问卷数据通过访问家庭代表性成员获取,故同时纳入受访者个人特征作为控制变量。从而,建立家庭节水行为回归方程如下:

$$behavior_{it} = \alpha_0 z\_expenditure_{it} + \alpha_1 individual_{it} + \alpha_2 family_{it} + \alpha_3 cognition_{it} + \alpha_4 region_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

(1)式中: $behavior$ 表示家庭节水行为; $z\_expenditure$ 表示家庭水费支出系数的标准值,即数据通过标准化进行处理,目的在于减少数据的离散性; $individual$ 表示个体特征变量集,包括性别、年龄和就业等3个变量; $family$ 表示家庭特征变量集,包括家庭人口数量、家庭月用水量 and 家庭水费承受力等3个变量; $cognition$ 表示认知因素变量集,包括供水稳定性和价格重要性等2个变量; $region$ 表示地区情况变量集,包括常住人口、人均工资水平、平均房价、人均水资源量、上年降水量、二一梯度水价比、三二梯度水价比和3个地区类型虚拟控制变量,共10个变量,为减少变量间量纲造成数据离散过大,常住人口数值取单位为十万人,上年降水量数值取单位为米/年;人均水资源量取自然对数值。

##### 2. 家庭生活水费支出系数方程

居民家庭节水行为可能影响家庭用水量,进而对家庭水费支出系数产生反向影响,若忽略此影响会对估计结果产生偏误。相关研究中,Taylor<sup>[34]</sup>认为短期内用水量对价格几乎无影响,因而忽略了用水量对价格的反向影响;而郑新业<sup>[16]</sup>则认为阶梯水价的实施会强化用水量对用水价格的影响因而需要考虑短期内用水量对用水价格的反向影响。上述研究主要是从宏观上出发探讨城市的用水量与用水价格的关系,具体到本研究,家庭层面上的节水行为与水费支出系数具有更直接、短期的影响变化。受家庭用水

需求与经济承受力间的均衡约束,家庭节水行为与家庭水费支出系数处在动态的变化当中。因而,在联立方程组中,建立一个以生活水费支出系数为因变量的回归方程。生活水费支出系数同样受到个体、家庭和地区三个层面的因素影响,并且控制变量与家庭节水行为方程具有一定的相似性。具有相同的个体特征变量集(性别、年龄和就业)、家庭特征变量集(家庭人口数量、家庭月用水量和家庭水费承受力)和认知因素变量集(供水稳定性和价格重要性)。在地区情况变量集的选取上,人均生活用水量相较于人均水资源量更能体现地区整体用水情况对家庭水费支出的影响,因而选取常住人口、人均工资水平、平均房价、人均生活用水量、上年降水量和3个地区类型虚拟控制变量,共8个变量作为地区情况变量集。建立生活水费支出系数方程如下:

$$z\_expenditure = \alpha_0 behavior_{it} + \alpha_1 individual_{it} + \alpha_2 family_{it} + \alpha_3 cognition_{it} + \alpha_4 region_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

式(2)中各系数及变量含义参照式(1)说明。

## (二) 内生性检验与方法选择

基于已有研究和理论分析,我们认为家庭节水行为与家庭生活水费支出系数存在直接的相互影响关系,并设立了包括两个回归等式的联立方程组。但为科学确定两者间的相互影响关系,本研究还对方程中家庭节水行为(*behavior*)和家庭生活水费支出系数(*z-expenditure*)进行了内生变量检验。

对于等式(1)而言,为了验证解释变量家庭生活水费支出系数(*z-expenditure*)具有内生性,本文选取收费合理性作为工具变量。收费合理性与家庭生活水费支出系数的相关性体现在:居民家庭的实际水费负担情况很大程度决定了其对当地生活自来水收费的合理性评价;收费合理性与等式(1)的外生性体现在:居民家庭对当地生活自来水收费的合理性评价并不会直接影响家庭是否实施节水行为以及多大程度实施节水行为。此外,收费合理性通过了弱工具变量检验,表明收费合理性与家庭生活水费支出系数存在相关性。根据改进的豪斯曼检验对等式(1)内生性分析,检验结果为  $P(\chi^2=60.11)=0.000$ , 结果拒绝变量为外生变量,表明两者之间相互作用。

同理,对等式(2)中解释变量家庭节水行为(*behavior*)选取家庭人均用水量作为工具变量。家庭节水行为的采取一定程度上能控制家庭人均用水量,因而两者具有关联性;但家庭人均用水量并不会直接影响家庭生活水费支出系数,原因在于家庭生活水费支出系数反映家庭生活水费与人均可支配收入的比值,家庭人均用水量虽然一定程度上能够反映家庭生活水费情况,但却不能反映人均可支配收入情况,并且对于那些较多家庭成员外出工作的家庭来说,其家庭生活水费支出低但人均可支配收入高,家庭人均用水量无法反映家庭生活水费支出系数。因而,家庭人均用水量作为工具变量满足相关性和外生性的要求。此外,家庭人均用水量通过了弱工具变量检验。根据改进的豪斯曼检验对等式(2)内生性分析,检验结果为  $P(\chi^2=2.99)=0.084$ , 结果拒绝变量为外生变量,表明两者之间相互作用。因而,运用联立方程组探究家庭节水行为与家庭生活水费系数是必要的。

联立方程组的计量方法分为两类,一类方法是每个方程单独估计,忽略方程之间的相关性,这种方法称为有限信息方法(*limited information approach*),这一类型的常用方法为两阶段法(2SLS);另一类方法考虑方程之间的相关性,将方程作为整体进行估计,称为完整信息方法(*full information approach*),这一类型的常用方法为三阶段法(3SLS)。如果模型的设置正确,则后者比前者更有效,但是如果模型设置存在问题,则会导致整个系统估计存在问题,且如果联立方程组中每个方程的随机扰动项不相关,则两种方法估计的结果是相同的。借鉴已有研究的做法,为了对比不同估计方法的结果和增强研究结论的稳健性,本研究同时采用2SLS和3SLS估计方法。

## 四、实证结果与分析

### (一) 基准回归：居民家庭水费支出与节水行为影响分析

表3总结了基于2SLS和3SLS估计的家庭节水行为与家庭水费支出系数相互影响的联立方程结果。各个方程模型的F检验的P值均为0.000,表明模型能较好估计对家庭节水行为及家庭水费支出系数的影响。对比2SLS和3SLS估计的结果,各变量具有一致的影响关系和显著水平,表明结果具有较高稳健性。此外,对比2SLS估计和3SLS估计的模型拟合效果,模型(1)的 $R^2$ 值略大于模型(2)(0.131>0.129),故就家庭节水行为方程而言,2SLS估计略优于3SLS估计;模型(2)和模型(4)具有相同的 $R^2$ 值(0.741),说明就家庭水费支出系数方程而言,2SLS估计和3SLS估计效果无明显差异。因此,下面就2SLS估计的家庭节水行为与家庭水费支出系数相互影响的联立方程结果进行分析。

表3 联立方程回归分析结果

	2SLS		3SLS	
	重复用水比例(1)	生活水费支出系数(2)	重复用水比例(3)	生活水费支出系数(4)
生活水费支出系数	4.107*** (1.333)	-	4.313*** (1.325)	-
家庭节水行为	-	-0.013** (0.006)	-	-0.013** (0.006)
性别	-0.089* (0.046)	-0.007*** (0.003)	-0.095** (0.045)	-0.007*** (0.003)
年龄	-0.028 (0.043)	-0.003 (0.002)	-0.024 (0.043)	-0.003 (0.002)
就业	-0.032 (0.021)	-0.000 (0.001)	-0.032 (0.021)	-0.000 (0.001)
家庭人口数量	1.103*** (0.300)	-0.205*** (0.006)	1.155*** (0.298)	-0.205*** (0.006)
家庭月用水量	-0.094*** (0.027)	0.019*** (0.000)	-0.098*** (0.027)	0.019*** (0.000)
家庭水费承受力	0.140*** (0.028)	0.000 (0.002)	0.142*** (0.028)	0.000 (0.002)
供水稳定性	-0.041 (0.037)	-0.007*** (0.002)	-0.042 (0.036)	-0.007*** (0.002)
价格重要性	0.003 (0.036)	-0.002 (0.002)	0.006 (0.035)	-0.002 (0.002)
常住人口	-0.022** (0.011)	0.001** (0.001)	-0.020* (0.011)	0.001** (0.001)
人均工资水平	0.024 (0.035)	-0.000 (0.002)	0.027 (0.034)	-0.000 (0.002)
平均房价	0.187*** (0.054)	-0.026*** (0.002)	0.190*** (0.053)	-0.026*** (0.002)
ln_人均水资源量	0.624*** (0.072)	-	0.618*** (0.071)	-
ln_人均生活用水量	-	0.216*** (0.015)	-	0.216*** (0.014)
上年降水量	-2.823*** (0.282)	-0.080*** (0.010)	-2.769*** (0.281)	-0.080*** (0.010)
二一梯度水价比	1.510** (0.711)	-	2.483*** (0.703)	-
三二梯度水价比	-0.059 (0.087)	-	-0.056 (0.086)	-
地区虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
N	2335	2335	2335	2335
$R^2$	0.131	0.741	0.129	0.741
RMSE	1.0173	0.059	1.070	0.058
P值	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

注:\*\*\*、\*\*、\*分别代表在1%、5%、10%的统计水平上显著;括号内数字为标准误,下同。

### 1. 家庭节水行为与家庭水费支出系数间相互影响关系分析

由模型(1)可知,家庭生活水费支出系数对家庭节水行为具有显著的正向影响作用(弹性系数为4.107, 1%显著水平),即家庭生活水费支出系数越高的家庭节水行为程度越高,从而假设H1得到证实。再由模型(2)可知,家庭节水行为对家庭生活水费支出系数具有显著的负向影响作用(弹性系数为-0.013, 5%显著水平),说明家庭节水行为程度越高的家庭其生活水费支出系数可能越低,假设H2得到证实。由此表明,家庭节水行为与家庭水费支出间具有相互影响作用,存在着反向因果关系,即家庭生活水费支出的提高能提升家庭节水行为水平,但家庭节水行为水平的提升又反过来抑制家庭生活水费支出的增加。家庭节水行为与家庭水费支出系数间的相互作用关系不难理解,除了前文提及的两者关系外,就现实层面来说:家庭节水行为和家庭水费支出系数均受到众多因素的影响,两者间并非简单地相互作用,其相互作用并非只能表现为一致的正向影响或负向影响,而会在不同的关系系统里发挥着带有差异且具体的作用;并且家庭节水行为和家庭水费支出系数相互作用过程是一个动态调节过程<sup>[35]</sup>,当居民发现自家生活水费支出系数明显上升时,会进一步采取生活节水行为以降低生活水费支出,而随着家庭生活节水行为水平的提高会抑制家庭生活水费系数的上升甚至降低家庭生活水费支出系数,呈现出家庭节水行为水平和家庭水费支出系数两者处在某种均衡状态。

### 2. 家庭节水行为影响因素分析

从表3中模型(1)可知,除了家庭生活水费支出系数外,家庭节水行为还受到性别、家庭人口数量、家庭月用水量、家庭水费承受力、常住人口、平均房价、人均水资源量、上年降水量和二一梯度水价比的显著影响。

个体特征因素方面。仅性别显著影响家庭节水行为,表现为受访者女性时,其家庭节水行为水平可能越高。而年龄和就业均未对家庭节水行为产生显著的影响,反映在家庭主要成员里,女性家庭成员表现出显著的生活节水行为倾向,与目前我国家庭关系中女性承担着更多家庭生活事务的现状相契合,也与女性相对男性在日常生活消费行为中更为节省的特点一致。

家庭特征因素方面。家庭人口数量、家庭月用水量和家庭水费承受力均对家庭生活节水行为具有显著的影响作用,反映家庭层面上因素对家庭节水行为影响更突出。家庭人口数量对家庭节水行为具有显著的正向影响,家庭人口数量越多的家庭,其家庭节水行为水平可能越高,可能的原因在于家庭人口数量越多的家庭更可能是居家时间较长的家庭,具有更大的节水行为空间。家庭月用水量显著负向影响家庭节水行为,即家庭每月用水量越多的家庭,其家庭节水行为水平越低。此现象可能原因有两点:一是家庭节水行为水平高本身有利于降低家庭用水量;二是相较于用水量低的家庭,家庭用水量高的家庭节水行为效果更低。家庭水费承受力表现出对家庭节水行为的显著促进作用,即家庭水费承受力越高的家庭越可能具有更高的家庭节水行为水平,可能的原因在于水费承受力高的家庭本身也是高水费支出的家庭,因而更有可能采取节水行为。

认知因素方面。相对于价格重要性,供水稳定性表现出对家庭生活水费支出系数的显著影响,表现为居民认为当地供水稳定性越高,其家庭生活水费支出系数越低。这一结果可能与供水稳定性高的家庭住址,其管网漏损率较低有关。

地区情况因素方面。常住人口、平均房价、人均水资源量、上年降水量和二一梯度水价比均对家庭生活节水行为具有显著的影响作用。常住人口对家庭节水行为具有显著的负向影响,常住人口数量越多的地区,其家庭节水行为水平可能越低,可能的原因在于常住人口数量越多的地区经济活动更为活跃,整体上该地区居民日常生活中衣食住行可较多通过市场服务提供,户外经济也较为活跃,因而家庭内部的

节水空间相对有限,节水行为水平偏低。平均房价越高的地区,其家庭节水行为水平可能越高,这一发现与相关研究指出的家庭住房面积与节水水平相反的现象一致<sup>[16]</sup>,平均房价越高的地区家庭平均住房面积也越低,在低住房面积的家庭里生活活动具有空间上的集聚性,有利于水资源的重复利用,如一些家庭住房空间狭窄其卫生间和厨房相连,利用洗菜水冲厕所等。人均水资源量越高的城市其整体家庭节水行为水平越高,主要原因是由于获取的人均水资源量数据是地级市层面的,城市关联性较高,数据反映人均水资源量越高的城市其整体家庭节水行为水平越高,如宁德市。上年降水量体现当地的自然气候,丰水地区环境不利于居民节水意识的加强,节水习惯的形成缺乏驱动力<sup>[36]</sup>。二一梯度水价比越高的地区,其居民家庭节水行为水平越高,印证了阶梯水价的约束性。而三二梯度水价比没有表现出对居民家庭节水行为为显著的影响,很可能与绝大部分居民家庭处于低梯度水量有关。

## (二)影响机制:家庭水费承受力的遮掩效应

表4汇报了家庭水费承受力作为中介变量的中介机制检验回归结果。如表4所示,Sobel检验、Goodman1检验和Goodman2检验结果均显著,表明家庭水费承受力在家庭水费支出系数对家庭节水行为的影响中存在显著的中介作用,从而证实了H3a。根据MacKinnon等<sup>[37]</sup>关于中介效应和遮掩效应的判断方法,中介作用存在三种情形:一是中介机制不成立,标志为总效应或间接效应不显著;二是中介效应,标志为总效应和间接效应均显著,且间接效应和直接效应符号一致;三是遮掩效应,标志为总效应和间接效应均显著,且间接效应和直接效应符号相反。由回归系数可知,在控制了家庭水费承受力这一中介变量后,家庭水费支出系数对家庭节水行为间接效应为-0.089(5%显著水平),而间接效应的方向与总效应2.452(1%显著水平)的作用方向相反,说明家庭水费承受力在中介机制模型中具体表现为遮掩效应,且遮掩效应比例为-3.6%,假说H3b得到验证。此时,家庭水费支出系数对家庭节水行为的直接效应系数为2.541(1%显著水平),其系数绝对值比总效应系数绝对值更大,进一步说明了家庭水费承受力在两者间发挥了显著的遮掩效应。也就是说,家庭水费承受力这一中介变量弱化了家庭水费支出系数对家庭节水行为的促进程度。具体来说,家庭水费支出系数的提升虽然会促进居民家庭节水行为水平,但同时会降低居民家庭水费承受力,并由此对居民家庭节水行为产生抑制作用(表2结果表明家庭水费承受力能够促进家庭节水行为水平),进而弱化家庭水费支出系数对家庭节水行为的促进作用。对这一遮掩效应的理解是,居民家庭水费支出系数、家庭水费承受力和家庭节水行为三者间有着系统性的关联,居民家庭水费承受力越高则其对家庭水费支出系数具有更高的“耐受性”,从而削弱了居民采取节水行动降低用水量的动力,表现为节水行动“阈值”高。

表4 家庭水费承受力中介效应检验

中介变量:	家庭水费承受力
Sobel 检验	-0.089**(0.044)
Goodman-1 检验	-0.089**(0.045)
Goodman-2 检验	-0.089**(0.043)
间接效应系数	-0.089**(0.044)
直接效应系数	2.541*** (0.395)
总效应系数	2.452*** (0.396)
中介效应比例	-3.6%
N	2335

### (三) 进一步分析: 阶梯水价调价周期的门槛效应

由于最低工资标准的提高具有稳定的周期性,在既定生活自来水收费标准不变情况下,阶梯水价的约束效应是否也具有周期性变化?为此,选择阶梯水价调价周期作为门槛变量进行门槛效应检验。门槛效应检验如表 5 所示,检验发现存在 57 个月(4.75 年)这一单门阈值,使得家庭水费支出系数对家庭节水行为在对应的两个门阀区间内呈现正向显著和负向不显著的关系变化,且系数绝对值差异明显。即仅当阶梯水价调价周期在 57 个月(4.75 年)以内时,家庭水费支出系数会显著提升家庭节水行为,且影响系数 1.287(10% 显著水平);而一旦超出 57 个月(4.75 年)时,家庭水费支出系数对家庭节水行为水平的提升作用不再显著,假设 H4 得到证实。门槛值的合理性可以从相关政策实践予以体现,如 2021 年 10 月国家发改委新修订执行的“价格管理办法”在 2004 年版的基础上明确“城镇供水价格监管周期原则上为 3 年”;2019 年福建省《提升城市供水水质三年行动方案》要求“水价调整周期超过 5 年…应启动水价调整机制”;国外水价调整周期一般在 3—5 年间<sup>②</sup>。门槛效应检验表明家庭水费支出系数对家庭节水行为的影响会受到当地阶梯水价调价周期的影响,在阶梯水价新调整后的一段时间内,家庭水费支出系数对家庭节水行为的促进作用具有稳定的规律性,可能是居民因阶梯水价的上涨而注意生活用水情况,从而阶梯水价的约束效应得到发挥;而当现行阶梯水价实施时间较长时家庭水费支出系数对家庭节水行为的促进作用不再显著,原因在于这一阶段生活用水的名义价格不变但实际价格下降,从而使得阶梯水价的约束效应减弱。因此,从促进广大居民节水水平的角度来说,地区监管部门应在不超过 57 月(4.75 年)的周期内及时进行水价调整。

最后,综合表 3 中家庭水费支出系数、二一梯度水价比和三二梯度水价比对家庭节水行为的影响以及表 5 中阶梯水价调价周期在水费支出系数对家庭节水行为影响间的门槛效应结果,可以进一步归纳阶梯水价对居民家庭节用水的影响:第一,阶梯水价对居民家庭用水行为具有约束效应,能够促进家庭节水行为水平,维持了城镇居民家庭用水的稳定;第二,阶梯水价的约束效应与其本身各梯度水价设置有关,其中以第一梯度和第二梯度的价格差影响最为显著,二一梯度水价比越高则阶梯水价的约束效应越大;第三,阶梯水价的约束效应稳定发挥与其制定执行时间有关,阶梯水价调价周期在不超过 57 个月(4.75 年)时阶梯水价的约束效应能有效发挥。因此,阶梯水价标准的制定要注重扩大水价梯度差,及时调整现行阶梯水价标准,以使得阶梯水价对居民家庭节用水的约束效应得到有效发挥。

表 5 门槛回归分析结果

门槛变量	阶梯水价调价周期	
	门阀区间	
生活水费支出系数	[0,57]	(57,144]
	1.287*	-0.148
	(0.686)	(0.800)
控制变量	已控制	
地区虚拟变量	已控制	
观测值数	2335	
BIC	473	
HQIC	327	

## 五、研究结论与政策建议

家庭节水是节水社会建设的重要一环。为探析阶梯水价对居民家庭节用水的影响机制及阶梯水价制度下居民家庭用水如何保持稳定性,本文选取了福建省 2335 户城镇居民家庭作为研究对象,基于联立

方程组估计模型、中介检验模型和门槛效应检验模型进行了实证分析。主要研究结论有:①阶梯水价对城镇居民家庭节约用水具有约束效应,阶梯水价支出系数越高的家庭其节水行为水平越高;②阶梯水价约束效应大小与其阶梯水价梯度价格差关系密切,尤其是阶梯水价标准中第一梯度水价与第二梯度水价相差越大则阶梯水价约束效应越大;③阶梯水价约束效应的稳定发挥需要阶梯水价标准的及时调整,水价调价周期超过57个月(4.75年)时阶梯水价的约束效应不再显著;④家庭水费承受力在阶梯水价对居民家庭节约用水影响关系中发挥遮掩效应,弱化了家庭水费支出系数对家庭节水行为的提升程度;⑤家庭水费支出系数与家庭节水行为水平间存在均衡状态以使得居民家庭用水具有稳定性,家庭水费支出系数的上升会提高家庭节水行为水平,但同时家庭节水行为水平的提高也反向抑制家庭水费支出系数的上升。

相关政策建议:①目前城镇居民家庭节水水平还有较大提升空间,平均家庭水费支出系数较国外低,家庭水费承受力较高,各地应积极推进阶梯水价制度建设,进一步发挥阶梯水价的约束效应以提高居民家庭节水行为水平;②各地现行的阶梯水价梯度比普遍在1:1.5:3的水平上,为更大程度发挥阶梯水价的约束效应以建设节水社会,相关部门在制定阶梯水价标准时,要注重提高阶梯水价各梯度比,尤其是第一梯度与第二梯度水价差,并考虑设置4梯度或5梯度;③各地区供水单位及有关水价监管部门要及时组织阶梯水价的调整,现行阶梯水价执行时间最长不超过4.75年范围内对阶梯水价进行更新;④整体上城镇居民家庭对现行阶梯水价具有较高的水费承受力,从促进节水社会建设的角度来说,各地应当提高现行阶梯水价,做法上可考虑分阶段逐步提高现行水价、对水费承受力较低的困难家庭实施精准保障性补贴措施基础上提高阶梯水价等;⑤由于家庭水费支出与家庭节约用水间的均衡状态存在,单纯通过提高水价以降低家庭生活用水的效果有限,需要提高家庭用水效率,如推广节水设备、推进非常规用水等。

最后,本文的研究设计旨在解答“阶梯水价的实施是否能够促进居民家庭节水?如能促进居民家庭节水,又为何居民生活用水量总体稳定不变?”这一核心问题。为此,基于福建省城镇居民家庭用水微观数据和地区水价相关宏观数据相结合数据,运用联立方程组模型,从居民家庭水费支出及家庭节水行为水平的角度进行研究虽然有一定的创新性,但仍然存在如下不足:①由于数据获得性问题,部分地区性宏观数据为区县层次数据,数据精度的不足可能在一定程度上弱化了指标的真实影响力;②本研究虽发现了家庭水费支出系数与家庭节水行为水平间存在某种均衡状态,但由于研究设计及文章篇幅等原因并未具体分析其均衡状态。以上不足,需要在后续研究中进一步完善探讨。

#### 注释:

- ① 《“十四五”节水型社会建设规划》(发改环资〔2021〕1516号)明确“要完善居民生活用水阶梯水价制度…促进节约用水”。
- ② 参见人民网:《水价调整周期为3到5年多地计划上调水价》, <http://finance.people.com.cn/money/n/2013/0705/c218900-22086620.html>。

#### 参考文献:

- [1] 高慧忠,王晓松,孙静,等.国内外城市居民生活水价及可承受能力分析[J].水利经济,2021,39(1):36-39.
- [2] 刘琨,刘学敏.《中国人口·资源与环境》30年来“自然资源”主题的研究脉络——基于文献计量法和知识图谱的分析[J].中国人口·资源与环境,2021,31(9):179-188.
- [3] 修国英,于渤.我国城市供水价格规制改革趋向研究[J].商业研究,2008(4):80-82.
- [4] 王春艳,张景翔,龙洁,等.基于面板数据回归模型的家庭水-能消费时空特征与影响因素[J].清华大学学报(自然科学版),2022,62(3):614-626.
- [5] 江小平.城市居民阶梯水价节水效应及其比较研究——兼析杭州居民阶梯水价节水效应[J].价格理论与实践,2020(7):70-73.
- [6] 贾国宁,黄平.居民用水阶梯式水价及其节水效果测算模型研究[J].自然资源学报,2013,28(10):1788-1796.
- [7] 柯敏.“阶梯水价”要避免“借梯涨价”——聚焦阶梯水价改革[J].中华建设,2014(2):11-15.
- [8] 白诚颖.玉溪市着力构建节水型城市[N].玉溪日报,2021-07-22(005).DOI:10.38270/n.cnki.nyxbr.2021.002050.
- [9] 李化雨,蒋艳灵.南水北调受水城市用水变化趋势分析[J].中国给水排水,2022,38(12):6-13.

- [10] 刘庚东. 京津冀地区城镇居民用水水价管理问题及对策研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2020.
- [11] 王冠军, 戴向前, 周飞. 促进居民节水的水价水平及其测算研究——以北京城市供水为例[J]. 价格理论与实践, 2021(9): 59-62.
- [12] 黄鑫, 黄智峰, 张立尖, 等. 阶梯水价实施对居民用水量时间序列的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(S2): 103-106.
- [13] 廖显春, 夏恩龙, 王自锋. 阶梯水价对城市居民用水量及低收入家庭福利的影响[J]. 资源科学, 2016, 38(10): 1935-1947.
- [14] 雷雨佳. 北京居民用水实行阶梯水价的经济学原理分析[J]. 中国市场, 2014(48): 89-90.
- [15] 孙宇飞, 王延荣. 城镇居民节水行为的影响机制及引导政策研究[J]. 水利发展研究, 2020, 20(6): 5-8.
- [16] 郑新业, 李芳华, 李夕璐, 等. 水价提升是有效的政策工具吗?[J]. 管理世界, 2012(4): 47-59.
- [17] 王军. 阶梯水价制度对城市居民日常用水行为影响研究[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(7): 196-199.
- [18] 王雨, 马忠玉, 刘子刚. 城市水价上涨对居民用水的影响分析——以银川市为例[J]. 生态经济, 2008(11): 53-56.
- [19] 杨杰. 政府管制背景下的地方财政支出分析——以城市供水价格为例[J]. 宁波经济(三江论坛), 2010(3): 28-30.
- [20] 柳长顺, 陈献, 刘昌明, 等. 华北地区城镇居民水费支出占收入与消费的比例研究[J]. 水利经济, 2005(2): 27-32.
- [21] 邱凤. “柠檬”市场和国有行政性垄断市场质量供给的比较与对策研究[J]. 财经论丛(浙江财经学院学报), 2004(3): 74-80.
- [22] 张峰, 程雪. 中国工业用水需求价格弹性测算——基于联立方程模型[J]. 资源科学, 2022, 44(3): 583-594.
- [23] 郭杰, 丁阳璐. 我国城市居民用水价格的可承受能力问题分析[J]. 中央财经大学学报, 2005(6): 63-66.
- [24] 李凡. 从“新办法”看城镇供水定价思路的转变[J]. 市场周刊, 2022, 35(5): 16-19.
- [25] 程小文, 周广宇, 尤学一. 国内外大城市居民生活水价对比研究[J]. 中国给水排水, 2021, 37(10): 56-60.
- [26] 章林伟, 王哲, 高伟. 两部委新近出台的《城镇供水价格管理办法》、《城镇供水定价成本监审办法》, 必将推动新时期城镇供水行业高质量发展[J]. 城镇供水, 2021(5): 10-11.
- [27] AISA R, LARRAMONA G. Household water saving: Evidence from Spain[J]. *Water resources research*, 2012, 48(12): W12522.
- [28] 徐雯. 浅析2014、2019版国家《绿色建筑评价标准》中的给排水技术[J]. 江苏建筑, 2020(S1): 87-89.
- [29] 周春应. 基于ELES模型的生活水价与城镇居民承受能力研究——以江苏省为例[J]. 资源科学, 2010, 32(2): 296-302.
- [30] 杨晓荣, 梁勇. 城市居民节水行为及其影响因素的实证分析——以银川市为例[J]. 水资源与水工程学报, 2007(2): 44-47.
- [31] 赵汉, 钟茜, 敖仪斌. 四川农村地区居民节水行为影响因素分析[J]. 农村经济与科技, 2019, 30(3): 25-26.
- [32] 陈岩, 徐娜, 王赣闽, 等. 中国居民节水意识和行为的典型区域调查与影响因素分析——以河北省和福建省为例[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(3): 335-341.
- [33] 陆海. 2012年广西城镇居民家庭收入消费分析[J]. 广西经济, 2013(2): 16-18.
- [34] TAYLOR L D. The demand for electricity: A survey[J]. *Bell journal of economics*, 1975, 6(1): 74-110.
- [35] 许萍, 宋宜林, 陈梓豪. 基于VAR模型的城市居民用水需求同水价和收入的动态关系研究[J]. 中国农村水利水电, 2022(6): 95-103.
- [36] 蒋佳莉, 岳自慧, 刘平. 基于信息熵的宁夏用水结构变化及驱动力分析研究[J]. 宁夏工程技术, 2022, 21(2): 118-123.
- [37] MACKINNON, P. D, KRULL, et al. Confounding and suppression effect[J]. *Equivalence of the mediation*, 2000, 1(4): 173-181.

[责任编辑 刘书亮]