

## 某城市阶梯水价随机抽样研究

杨世全<sup>1</sup>, 黄晓家<sup>1,2</sup>, 蔡志伟<sup>3</sup>, 谢水波<sup>1</sup>, 吴懂礼<sup>2</sup>, 程超<sup>1</sup>, 赵耀<sup>1</sup>

(1. 南华大学 土木工程学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 中国中元国际工程有限公司, 北京 100089; 3. 泉州市计划用水节约用水办公室, 福建 泉州 362000)

**摘要:** 针对《国家节水行动方案》中要求全面推进节水型城市的建设,以某市居民用水量为基础,进行随机抽样调查,在满足最小统计样本量的条件下,对统计数据进行正态转化,分析了90%、95%和99%覆盖率的居民用水量,得到不同梯度下居民用水量的真实值,并计算各个梯度用水量下调整前后的水价收益。不同覆盖率下的水价占人均可支配收入的比例证明,当前比例低于水价经济杠杆作用的底线,且该比例仍有提升空间。

**关键词:** 阶梯水价; 随机抽样; 置信区间; SPSS

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)21-0075-06

### Random Sampling of Ladder-like Water Price in a City

YANG Shi-quan<sup>1</sup>, HUANG Xiao-jia<sup>1,2</sup>, CAI Zhi-wei<sup>3</sup>, XIE Shui-bo<sup>1</sup>, WU Dong-li<sup>2</sup>,  
CHENG Chao<sup>1</sup>, ZHAO Yao<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering, University of South China, Hengyang 421001, China; 2. China IPPR International Engineering Co. Ltd., Beijing 100089, China; 3. Quanzhou City Plan Water Conservation Office, Quanzhou 362000, China)

**Abstract:** In response to the requirements of the *National Water Conservation Action Plan* to comprehensively promote the construction of water-saving cities, a random sample survey was conducted based on the water consumption of residents in a city. The statistical data was normally transformed to satisfy the minimum statistical sample size. Then, residents water consumption with coverage of 90%, 95% and 99% was analyzed, and the real value of residents water consumption under different gradients was obtained. The price of water consumption of each gradient before and after adjustment was calculated, and the respective coverage rates were calculated. Meanwhile, the ratio of water price to per capita disposable income under different coverage showed that the current ratio was lower than the bottom line of economic leverage of water price, and there was still promotion space.

**Key words:** ladder-like water price; random sampling; confidence interval; SPSS

1998年,国家发展计划委员会和建设部印发《城市供水价格管理办法》来规范城市供水价格,对居民生活用水实行三级阶梯计量水价,级差为1:1.5:2;2013年,国家发展改革委住房城乡建设部

印发《关于加快完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》后,全国各地实行居民阶梯水价,节水效果明显,但仍存在居民阶梯水价实施进展不平衡、制度不完善等问题;2019年4月,国家发改委联合水

利部印发《国家节水行动方案》,指出我国人多水少,水资源时空不均匀,供需矛盾突出,节水意识不强,浪费严重,并且要求城镇节水降损,全面推进节水型城市建设。据统计,我国实际用水成本为每年4.4万亿元,但是支付的真实成本只有1万亿元<sup>[1]</sup>,理论上应多收入50%以上的水费,这些水费可以用来完善城市给水和城市节水,实现“节水优先”的治水方略。用水的高成本在低水价情形下,是不可能长期维持的<sup>[2]</sup>。随着城镇化的推进,用水人口增加,城镇水资源短缺形势将更为严峻,因此提高居民节水意识,在保障居民基本用水的情况下提高用水大户的水费,更有利于水资源的可持续发展<sup>[3]</sup>。

李明等<sup>[4]</sup>分析了居民生活用水阶梯水价的优点和缺点,根据用水量的定价目标,提出了“平等补贴”的单一计量模式来改进阶梯水价;沈大军等<sup>[5]</sup>分析了深圳城镇居民生活用水的价格弹性,并计算了水价调整方案对城镇居民生活需水的影响;周珍<sup>[6]</sup>调查了长沙城市供水的实际情况,分析了当前长沙市水价规制问题和原因。

国外对阶梯水价的实施重点在公平性、效率和投资回报率等方面,美国各州对水价统一管理,联邦政府不进行干预,阶梯水价实行动态管理,结合物价、工资、下一年的预测制定水价调整方案。英国阶梯水价实行八级制度,由低到高水价极差也随之增大,政府对水价的管理与供水企业生产效率和成本挂钩。日本居民生活用水水价分为固定费用和阶梯水价,固定费用由供水管道的规格确定,阶梯水价由用户水量确定<sup>[7]</sup>。

笔者通过统计学原理,对某海滨城市居民用水量进行随机抽样调查,计算抽样样本量的大小满足统计需要,并对样本量删除异常值,进行正态性检验,通过计算不同覆盖率的用水百分位数获得该城市的用水阶梯,并验证其真实性。

## 1 统计学原理

市区居民用水量调查是通过随机样本抽取的方式来估计整体,抽样前要确定样本量,样本量的采集受经济、历史经验、调查难度的影响,关乎结果的误差、精度。对于具体的抽样样本量是否满足统计需求,需要按照一定的精度和误差去检验<sup>[8]</sup>。

对简单随机抽样样本量的计算分为重复抽样和不重复抽样,假设抽样的参数,设 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 是来自总体的一个样本为 $n$ 的随机样本,总体的期望

为 $\mu$ ,方差为 $\sigma^2$ ,根据中心极限定理,在大样本条件下,不论总体分布如何,样本均值近似服从正态分布,均值近似服从期望为 $\mu$ ,方差为 $\frac{\sigma^2}{n}$ ,误差为 $E_x$ ,对应的统计量为 $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ,标准差估计值为 $S_x$ ,区间估计计算公式见式(1)。

$$E_x = Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot S_x = Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

根据式(1)可得重复抽样样本量 $n$ 的计算公式,见式(2)。

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}{E_x^2} \quad (2)$$

当采用不重复抽样时,样本量均值的标准差见式(3),其中总体为 $N$ 。

$$S_x = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} \quad (3)$$

根据式(3),可得到不重复抽样样本量 $n$ 的计算公式,见式(4)。

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2 N}{E_x^2 N + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2} \quad (4)$$

对于比例型变量,确定的样本量见式(5)。

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)N}{E_x^2 N + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)} \quad (5)$$

式中: $P$ 为比例估计。

## 2 某城市用户抽样量的确定

2018年末,该市总户数为204万户,总人口为865万人,由于缺少对总体标准差的估计,故采用置信度 $1-\alpha$ 为99%、95%、90%三种置信度估计样本量,允许的误差为5%。根据抽样比例 $P=0.5$ 时的最大点进行抽样,表1为按照比例型变量在不同置信度下的抽样计算结果。从市区随机抽取2745户,大于随机抽样置信度99%(置信度最高时的抽样量)的样本统计量718户,故满足统计需要。

表1 不同置信度下的样本量

Tab.1 Sample size under different confidence levels

置信度/%	显著性水平	Z统计量	抽样误差/%	总体数量	样本量
99	0.01	2.68	5	2 040 000	718
95	0.05	1.96	5	2 040 000	384
90	0.10	1.46	5	2 040 000	213

## 3 样本正态性检验

利用SPSS对随机抽样样本量进行描述性分析,

计算可知偏度为 2.052, 偏度标准误差为 0.047, 峰度为 14.348, 峰度标准误差为 0.093。根据样本偏度系数  $\alpha$  和峰度系数  $\beta$  的计算公式可得  $\alpha = 48.9$ , 大于 1.96, 可判定为正偏态,  $\beta = 154.3$ , 大于 1.96, 可判定为尖峭峰。图 1 为原始数据的分布直方图, 可以看出其不服从正态分布, 为正偏态尖峭峰。

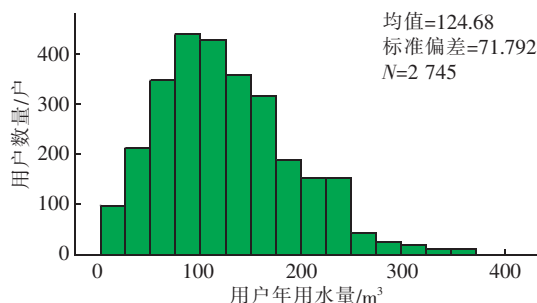


图 1 原始数据的分布直方图

Fig. 1 Distribution histogram of raw data

经分析, 对原始数据处理异常值(如空置房)后, 样本总量为 2 725 户, 对剩余样本进行变换, 假设用户年用水量为  $X_i (i=1, 2, \dots, 2\,725)$ , 变换后为  $Y_i = \sqrt{X_i}$ ,  $Y_i$  服从正态分布, 非参数假设检验, 显著性  $\text{sig} = 0.112$ , 大于 0.05, 是正态分布, 图 2 为处理后数据的直方图, 均值  $\mu$  为 10.68, 方差  $\sigma^2$  为 9.05, 即  $Y_i: N(10.68, 3.0^2)$ , 对给定的显著性水平  $\alpha$ , 在置信水平  $1 - \alpha$  下, 服从正态分布的随机变量  $Z: N(\mu, \sigma^2)$ , 见式(6)。

$$P(\mu - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq Z < \mu + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 1 - \alpha \quad (6)$$

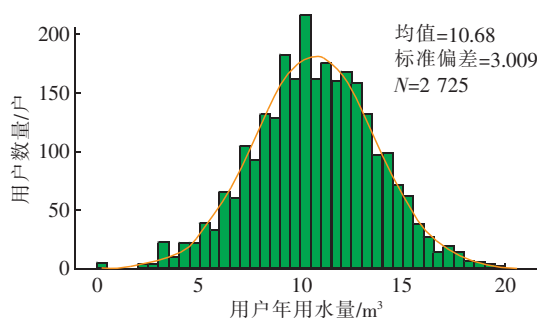


图 2 处理后数据的分布直方图

Fig. 2 Distribution histogram of processed data

当显著性水平  $\alpha$  分别为 0.01、0.05、0.1 时, 置信度即可靠度的计算结果见式(7)~(9)。

$$P(10.68 - 2.68 \times 3 \leq \sqrt{X_i} < 10.68 + 2.68 \times 3) = P(6.97 \leq X_i < 350.44) = 0.99 \quad (7)$$

$$P(10.68 - 1.96 \times 3 \leq \sqrt{X_i} < 10.68 + 1.96 \times$$

$$3) = P(23.04 \leq X_i < 274.23) = 0.95 \quad (8)$$

$$P(10.68 - 1.46 \times 3 \leq \sqrt{X_i} < 10.68 + 1.46 \times 3) = P(39.69 \leq X_i < 226.80) = 0.90 \quad (9)$$

推断结果表明, 不同显著性水平下, 可靠度 99%、95%、90% 的用户用水量分别为  $6.97 \leq X_i < 350.44$ 、 $23.04 \leq X_i < 274.23$ 、 $39.69 \leq X_i < 226.80$ , 推断结论出错的概率分别为 0.01、0.05、0.1。

#### 4 阶梯水价的计算

目前, 阶梯水量和水价的设置以三级为主, 三级阶梯水价的比例关系为 1:1.5:3; 各级水量的设置按照可满足居民家庭用户的年度用水需求量确定<sup>[9]</sup>, 第一级水量的设置要满足大多数居民的基本生活用水需求, 原则上按 80% 覆盖率确定; 第二级水量的设置要体现改善和提高居民生活质量的合理用水需求, 原则上按 95% 覆盖率确定; 第三级水量为超出第二级水量的部分。

三级阶梯水价对应 3 种不同的单价, 根据用户的实际用水量计算总水费, 以  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  表示三级阶梯水价的单价, 以  $Q_1$ 、 $Q_2$  表示第一、第二阶梯水价分段处的水量, 总水费计算见式(10)。

$$R(Q) = \begin{cases} P_1 Q & 0 \leq Q \leq Q_1 \\ P_1 Q_1 + P_2 (Q - Q_1) & Q_1 < Q \leq Q_2 \\ P_1 Q_1 + P_2 (Q_2 - Q_1) + P_3 (Q - Q_2) & Q > Q_2 \end{cases} \quad (10)$$

式中  $Q$ ——实际用水量

$R(Q)$ ——实际缴纳的水费

目前该市全面实施阶梯水价, 一户一表全部改造完成, 全市水资源丰富, 总量年平均值为  $96.13 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 人均拥有水资源量为  $939 \text{ m}^3$ , 地区生产总值实现连续 20 年增长, 2018 年城镇居民人均可支配收入为 46 111 元, 较上一年增长 8%。按照 2013 年《指导意见》各地居民生活用水阶梯水量建议值, 该市所在省份为 3 区, 第一级阶梯水量为  $129.6 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{年})$ , 目前对居民生活用水实行阶梯计量水价形式分为三级, 3 个等级的水价比为 1:1.5:2, 如表 2 所示。

所有用户年平均用水量为  $123.2 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{年})$ , 该市平均用水量 95% 的置信区间为 (120.7, 125.5), 年用水量为  $87 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{年})$  的用户数量最多。年用水量与百分位数见表 3, 用水量累计百分比如图 3 所示。

表2 某市现行生活用水阶梯计量情况

Tab.2 Ladder-like measurement of domestic water for a city

项目	每户年用水量	水价
第一级	240 m <sup>3</sup> 以内部分 (含 240 m <sup>3</sup> )	基础价格:1.65 元/m <sup>3</sup>
第二级	240 ~ 360 m <sup>3</sup> 部分 (含 360 m <sup>3</sup> )	基础价格的 1.5 倍: 2.48 元/m <sup>3</sup>
第三级	360 m <sup>3</sup> 以上部分	基础价格的 2 倍:3.30 元/m <sup>3</sup>

表3 年用水量与百分位数

Tab.3 Annual water consumption and percentiles

百分位数/%	40	50	60	70	80	85	90	95	99
年用水量/m <sup>3</sup>	99.4	114.0	132.0	152.0	173.0	189.0	209.4	239.7	316.7

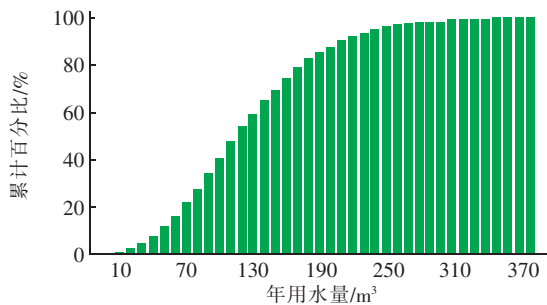


图3 用户年用水量累计百分比

Fig.3 Cumulative percentage of user annual water consumption

对于第一级覆盖率为 80% 的用户年平均用水量为 98.9 m<sup>3</sup>/(户·年),用水量占总用水量的 64.27%;第二级覆盖率为 80% ~ 95% 的用户用水量年平均值为 201.9 m<sup>3</sup>/(户·年),用水量占总用

表5 阶梯水价调整前后用户水费对比结果

Tab.5 Comparison of user water fee before and after ladder-like water price adjustment

用水量 $Q_1$ / (m <sup>3</sup> · 户 <sup>-1</sup> · 年 <sup>-1</sup> )	未实施阶梯 水价/元	现行阶梯水价/元	调整后阶梯水价/元	水费对比结果/元
$Q_1 \leq 173$	$P_1 Q_1$	$P_1 Q_1$	$P_1 Q_1$	无差别
$173 < Q_1 \leq 240$	$P_1 Q_1$	$P_1 Q_1$	$1.5 \times P_1 Q_1 - 86.5 \times P_1$	$0.5 \times P_1 Q_1 - 86.5 \times P_1$
$240 < Q_1 \leq 360$	$P_1 Q_1$	$1.5 \times P_1 Q_1 - 120 \times P_1$	$3 \times P_1 Q_1 - 446.5 \times P_1$	$1.5 \times P_1 Q_1 - 326.5 \times P_1$
$Q_1 > 360$	$P_1 Q_1$	$2 \times P_1 Q_1 - 300 \times P_1$	$3 \times P_1 Q_1 - 446.5 \times P_1$	$P_1 Q_1 - 146.5 \times P_1$

理论上,当用水量  $Q_1 \leq 173$  m<sup>3</sup>/(户·年)时,调整后年用水费和当前相同,无差别;当  $173$  m<sup>3</sup>/(户·年)  $< Q_1 \leq 240$  m<sup>3</sup>/(户·年)时,调整后年用水费比现行多支出  $(0.5 \times P_1 Q_1 - 86.5 \times P_1)$  元;当  $240$  m<sup>3</sup>/(户·年)  $< Q_1 \leq 360$  m<sup>3</sup>/(户·年)时,调整后年用水费比现行多支出  $(1.5 \times P_1 Q_1 - 326.5 \times P_1)$  元;当  $Q_1 > 360$  m<sup>3</sup>/(户·年)时,调整后年用水费比现行

水量的 24.29%;第三级覆盖率为 95% 以上的用户用水量年平均值为 282.2 m<sup>3</sup>/(户·年),用水量占总用水量的 11.44%。因此,可对阶梯水价的三级用水量进行调整,调整后的三级阶梯水价用水量如表 4 所示。

表4 调整后的三级阶梯水价用水量

Tab.4 Adjusted three-stage ladder-like water price and water consumption

覆盖率/%	80	80 ~ 95	> 95
年用水量/ (m <sup>3</sup> · 户 <sup>-1</sup> · 年 <sup>-1</sup> )	< 173.0	173.0 ~ 239.7	> 239.7
平均用水量/ (m <sup>3</sup> · 户 <sup>-1</sup> · 年 <sup>-1</sup> )	98.9	201.9	282.2
水价/(元 · m <sup>-3</sup> )	1.65	2.48	4.95
比例	1	1.5	3
级别	1	2	3

核算水价调整后的涨幅结果发现,对于第一级用水量由 240 m<sup>3</sup>/(户·年)降为 173 m<sup>3</sup>/(户·年),能满足 80% 用户的用水量,定价依照前述  $P_1 = 1.65$  元/m<sup>3</sup> 来确定,以保障人们正常生活的基本用水,同时满足《指导意见》中该省居民生活用水阶梯水量建议值第一级为 129.6 m<sup>3</sup>/(户·年)的用水量;第二级用水量由 240 ~ 360 m<sup>3</sup>/(户·年)降为 173.0 ~ 239.7 m<sup>3</sup>/(户·年),水价为基础价格的 1.5 倍,即 2.48 元/m<sup>3</sup>;第三级用水量由 360 m<sup>3</sup>/(户·年)降低为 239.7 m<sup>3</sup>/(户·年),水价为基础价格的 3 倍,即 4.95 元/m<sup>3</sup>。实施阶梯水价对用户的影响如表 5 所示。

多支出  $(P_1 Q_1 - 146.5 \times P_1)$  元。水费随着用水量的增加开始大幅上涨,用水量越多,涨幅越大,从而抑制不合理消费,达到节水的目的。

该市城镇居民人均可支配收入近 5 年逐年上涨,2018 年每月平均可支配收入为 3 843 元。居民消费恩格尔系数逐年下降,最近一年城镇居民恩格尔系数为 33.4%,居民生活质量不断提高,针对不同



覆盖率的居民平均用水量和最大用水量人均水费支出占人均可支配收入的比例见表 6。可知,各级水费支出占消费的比例为 0.16%~0.69%,均远小于能起到价格杠杆作用的底线比例(2%)<sup>[9]</sup>,水价杠杆作用有限,水价还有提升的空间。

表 6 不同用水量用户水费占人均可支配收入的比例

Tab. 6 Ratio of user water fee for different water consumption accounts to per capita disposable income

覆盖率/%	用水量/( $\text{m}^3 \cdot \text{户}^{-1} \cdot \text{年}^{-1}$ )	人均水费/元	占比/%
80	98.9	54.39	0.16
	173.0	95.15	0.29
80~95	201.9	119.04	0.36
	240.0	150.54	0.45
95~100	282.2	228.21	0.69
100	123.2	67.76	0.20

对用户每月用水量的影响:用水量三级梯度为 <  $14.4 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{月})$ 、 $14.4 \sim 20.0 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{月})$  和 >  $20.0 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{月})$ ,对该市用户各月用水量进行统计分析,结果如表 7 所示。可以看出,覆盖率为 80% 的用户用水量为  $12.5 \sim 17.0 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{月})$ ,覆盖率为 95% 的用户用水量为  $12.5 \sim 23.5 \text{ m}^3/(\text{户} \cdot \text{月})$ ,利用各月的均值和标准差验证可得,即覆盖率为 80% 的用户月用水量平均在 0.568 个标准差范围内,95% 的用户月用水量平均在 1.405 个标准

差范围内。

表 7 用户各月用水量梯度

Tab. 7 Monthly water consumption gradient

$\text{m}^3 \cdot \text{户}^{-1}$

项目	80% 用户的用水量	80%~95% 用户的用水量	95% 用户的用水量
1 月	14.2	14.2~20.7	20.7
2 月	14.3	14.3~21.1	21.1
3 月	12.5	12.5~18.5	18.8
4 月	14.0	14.0~20.8	20.8
5 月	14.8	14.8~21.5	21.5
6 月	15.1	15.1~22.4	22.4
7 月	15.6	15.6~23.5	23.5
8 月	15.8	15.8~20.0	20.0
9 月	17.0	17.0~19.0	19.0
10 月	15.1	15.1~22.0	22.0
11 月	14.3	14.3~21.0	21.0
12 月	15.4	15.4~22.5	22.5

对政府和企业的影响:当企业总用水量为  $Q_2$ 、基础水价为  $P_1$  时,未实施阶梯水价、现行阶梯水价和调整后阶梯水价的收益见表 8。可见,用水阶梯加大后,收益增大,调整后的收益比未实施阶梯水价增加了 35.03% 的收益,比当前模式增加了 20.40% 的收益,增加的收入可用于供水企业实施户表改造、弥补供水成本上涨和保持第一级水价的相对稳定,又可用于政府节水设施的改善。

表 8 阶梯水价调整前后的企业收益对比结果

Tab. 8 Comparison results of corporate income before and after adjustment of ladder-like water price

元

项 目	收益计算	收益结果
未实施阶梯水价	$P_1 Q_2$	$P_1 Q_2$
现行阶梯水价	$0.6427 \times P_1 Q_2 + 0.2429 \times 1.5P_1 Q_2 + 0.11441 \times 2P_1 Q_2$	$1.1215P_1 Q_2$
调整后阶梯水价	$0.6427 \times P_1 Q_2 + 0.2429 \times 1.5P_1 Q_2 + 0.11441 \times 3P_1 Q_2$	$1.3503P_1 Q_2$

全国实施阶梯水价后的统计数据显示,2017 年全国建制市共 661 个,供水总量为  $415.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,居民用水量共  $162.58 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,按照全国 36 个重点城市居民用水第一梯度水价加权平均计算可得,水价为  $3.33 \text{ 元}/\text{m}^3$ ,现行阶梯水价可增加收益 65.78 亿元,调整后的增加收益为 123.87 亿元,基础水价收益在满足企业利润的前提下,政府可增加 58.09 亿元收益用于节水设施的更新。

5 结论

① 根据统计学原理,对城市用户给定不同显著性和总体的误差,计算样本量的大小,满足最小样本量的需要。

② 当数据不满足正态分布时,需要对数据进行正态性转化,转化后的数据在满足正态性后可用于计算,如不满足需要再次转化。

③ 该城市目前实行阶梯水价可适当调整水价比例参数,增大阶梯水价的级差比,调整后的收益比未实施阶梯水价多增加 35.03% 的收益,比当前模式多增加 20.40% 的收益。

④ 目前该市各级阶梯水价占消费的比例为 0.16%~0.69%,远远达不到水价杠杆作用的底线(2%),水价的杠杆作用有限,水价还有可提升的空间。

⑤ 三级用水梯度的总用水量可以按照覆盖率

为80%、80%~95%、>95%进行定额,同时符合国家发改委对居民阶梯用水量的建议值 $129.6\text{ m}^3/(\text{户}\cdot\text{年})$ ,减小各梯度的总量,既能不影响用户的基本生活,又能增加政府收益用以更新基础设施,完善城市节水。

⑥ 利用均值和标准差验证该市其他月覆盖率80%和95%的用水量,分别在0.568和1.405个标准差范围内。

#### 参考文献:

- [1] 宋国君,高文程,王光辉,等. 城市用水的社会成本核算[J]. 中国人口·资源与环境,2018,28(7):26-35.  
Song Guojun, Gao Wencheng, Wang Guanghui, et al. Social cost accounting of urban water use [J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28 (7): 26-35 (in Chinese).
- [2] 王晖. 对山东省加强城市节水工作的几点思考[J]. 中国给水排水,2007,23(8):76-78.  
Wang Hui. Several considerations on enhancing urban water-saving work in Shandong Province [J]. China Water & Wastewater, 2007, 23 (8): 76-78 (in Chinese).
- [3] 钱枫林,杨燕艳. 居民用水阶梯式水价的可行性研究——政府视角下的模型分析[J]. 科学·经济·社会,2010,28(4):66-69.  
Qian Fenglin, Yang Yanyan. Residents stepped water feasibility study for water—Government perspective model [J]. Science · Economy · Society, 2010, 28 (4): 66-69 (in Chinese).
- [4] 李明,金宇澄. 居民生活用水实施阶梯水价引发的思考[J]. 给水排水,2006,32(3):107-111.  
Li Ming, Jin Yucheng. Consideration on stair-step cost for municipal water supply [J]. Water & Wastewater Engineering, 2006, 32 (3): 107-111 (in Chinese).
- [5] 沈大军,陈雯,罗健萍. 城镇居民生活用水的计量经济学分析与应用实例[J]. 水利学报,2006,37(5):593-597.  
Shen Dajun, Chen Wen, Luo Jianping. Econometric analysis and application on urban household water use [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 37 (5): 593-597 (in Chinese).
- [6] 周珍. 长沙城市供水价格规制研究[D]. 长沙:湖南大学,2013.  
Zhou Zhen. Study of Changsha Urban Water Supply Price Regulation [D]. Changsha: Hunan University, 2013 (in Chinese).
- [7] Nickum J, Ogura C. Agricultural water pricing: Japan and Korea[J]. OECD Agriculture & Food, 2010(4):286-319.
- [8] 马晓威. 阶梯式水价方案的定价策略研究[J]. 科学技术与工程,2008,8(24):6545-6552.  
Ma Xiaowei. Study on pricing strategy of increasing block tariffs [J]. Science Technology and Engineering, 2008, 8 (24): 6545-6552 (in Chinese).
- [9] 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,2005,23(2):27-32.  
Liu Changshun, Chen Xian, Liu Changming, et al. Study on the percentage of water charges to disposable income and living expenditure in North China [J]. Water Resources and Economy, 2005, 23 (2): 27-32 (in Chinese).



作者简介:杨世全(1990-),男,山西朔州人,硕士研究生,主要研究方向为城市节水与废水再生回用。

E-mail:764429531@qq.com

收稿日期:2019-05-14