

山西省生态用水发展态势的初步分析

李 萌, 范艺璇, 刘欣雨

太原师范学院地理科学学院, 山西 晋中

收稿日期: 2023年6月7日; 录用日期: 2023年8月8日; 发布日期: 2023年8月18日

摘 要

研究通过对2011~2020年山西省生态用水量的发展态势进行研究, 得出以下结论: (1) 山西省十年间生态用水量和总用水量的变化均呈现增加趋势, 但二者变化并不完全同步; 生态用水水平高于同期全国平均水平, 但仍有上升空间; (2) 临汾市、朔州市、晋城市、忻州四市的生态用水量变化幅度较小, 增加趋势不明显; 大同市、长治市、太原市、吕梁市、晋中市、运城市六市的生态用水量呈增加趋势, 且变化幅度明显; 阳泉市在研究期的生态用水变化呈下降趋势; (3) 10年间山西省人均生态用水水平整体呈上升趋势, 表明各市居民大都从水资源投入生态环境维护中的取得收益, 但各市间的收益多少存在不平衡情况; (4) 政策因素对于增加生态用水投入和用水结构优化有积极的影响。

关键词

生态用水, 发展态势, 山西省

Preliminary Analysis of the Development Trend of Ecological Water Use in Shanxi Province

Meng Li, Yixuan Fan, Xinyu Liu

School of Geography Science, Taiyuan Normal University, Jinzhong Shanxi

Received: Jun. 7th, 2023; accepted: Aug. 8th, 2023; published: Aug. 18th, 2023

Abstract

The study has drawn the following conclusions by examining the development trend of ecological water consumption in Shanxi Province from 2011 to 2020: (1) The changes in ecological water consumption and total water consumption in Shanxi Province over the past ten years both show

an increasing trend, but the changes are not completely synchronized; the ecological water consumption level is higher than the national average over the same period, but there is still room for increase; (2) The changes in ecological water consumption in Linfen, Shuozhou, Jincheng and Xinzhou are small and not obvious; the ecological water consumption in Datong, Changzhi, Taiyuan, Luliang, Jinzhong and Yuncheng show an increasing trend and the changes are obvious; the ecological water consumption in Yangquan shows a decreasing trend during the study period; (3) The per capita ecological water consumption in Shanxi Province as a whole tends to increase over the 10-year period, indicating that residents in each city mostly benefit from water resources invested in ecological environment maintenance, but there is an imbalance in the amount of benefits among cities; (4) Policy factors have a positive influence on the increase of ecological water use input and the optimization of water use structure.

Keywords

Ecological Water Use, Development Trend, Shanxi Province

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态环境用水又称生态用水,即在特定时空范围内,生态系统维持一定的稳定状态时所实际利用的水量[1]。一直以来,对生态用水的研究主要是针对生态系统所需的水资源数量进行,在研究方法上涉及水文学、生态学、水利工程和生物工程等各学科,在同一流域或区域的计算结果上也存在较大差异。而对于区域或流域实际投入的生态用水数量,则由于不同区域间统计口径、计算方法乃至概念界定等存在差异,分析和研究仍处于起步阶段[2]。

山西省位于中国干旱半干旱区,全国能源重化工基地和农业大省的经济地位造就了其本身也是用水大户的实际情况。进入 21 世纪后,随着社会经济的持续发展,工业用水、农业用水和城市生活用水量持续增加,原本在总用水量中占比不多但对于环境维护和生态重建意义重大的生态用水应该给予相应重视[3]。《山西省水资源公报》中公布的生态环境用水量是目前唯一能够收集到的、由水资源管理权威机构正式公布的区域主动投入生态环境的水资源实际数量,是山西省在维护和治理城乡生态环境工作中能力和决心的真实反映。由于目前为止基于该数据的相关研究尚属空白,期望本研究的创新性探索能为促进全省生态环境修复、实现水资源合理优化配置和可持续发展以及进一步提高生态用水在总用水量中的投入和重视程度等提供一定参考。

2. 研究方法和研究区概况

2.1. 数据来源

研究选取时间跨度为 2011~2020 年,共 10 年,数据来源为 2011 年至 2020 年间逐年《山西省统计年鉴》和《山西省水资源公报》[4][5],研究区域范围涉及山西省内所辖的太原市、大同市、朔州市、晋中市、阳泉市、长治市、晋城市、忻州市、临汾市、运城市、吕梁市等 11 市。按照水资源公报的编制规范,其中生态用水的统计主要包括河湖人工生态补水和城镇绿化灌溉用水及洒扫用水,而笔者认为人工生态补水和绿地灌溉用水是生态用水的主要贡献部分。

2.2. 研究区自然概况

山西省地处中国黄土高原东部,地势东北高西南低,境内地跨黄河、海河两大水系,河流属于自产外流型水系[7],多为季节性河流。虽然过境水资源丰富,但由于水资源开发难度大,水污染严重等因素影响,全省仍处于缺水状态。全省气候属于温带大陆性季风气候,多年平均降水量(1958~2013年) $598.9 \times 10^9 \text{ m}^3 \sim 995.6 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。据作者计算(表 1),研究期 10 年间山西省平均降水量为 $853.43 \times 10^9 \text{ m}^3$,属正常范围;11 市中忻州市均值最高,为 $133.69 \times 10^9 \text{ m}^3$,太原市、阳泉市的降水均值则较低,分别为 $35.95 \times 10^9 \text{ m}^3$ 和 $25.42 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。

Table 1. Average precipitation statistics by city in Shanxi Province, 2011~2020

表 1. 2011~2020 年山西省各市平均降水量统计

省市	计算面积(km^2)	年均降水量($\times 10^9 \text{ m}^3$)
太原市	6878	35.9528
大同市	14,097	63.5602
阳泉市	4517	25.4161
长治市	13,863	79.7957
晋城市	9349	58.1205
朔州市	10,656	48.3774
忻州市	25,143	133.6886
吕梁市	20,988	122.1397
晋中市	16,347	91.4158
临汾市	20,200	114.4070
运城市	14,233	80.5589
山西省	156,271	853.4278

2.3. 研究所用参数及方法

研究采用简化的生态环境用水水平指标进行分析,即生态环境用水在研究期总用水量中的占比。该指标可以反映影响区域生态环境用水投入的各项因素的综合,其中包括区域经济发展水平、产业结构、科技、水资源条件、用水设施、水资源管理水平、节水等。指标具体又包括一般生态环境用水水平和人均生态环境用水水平,后者反映居民从水资源投入生态环境维护中取得收益多少,指标高则受益多,指标低则受益少。以上指标的具体计算式为:

生态环境用水水平 = 生态环境用水量/总用水量; 式中:生态环境用水量和总用水量的单位均为“ $\times 10^9 \text{ m}^3$ ”;生态环境用水水平的单位为百分比(%)。

人均生态用水水平 = 生态环境用水量/总人口; 式中:生态环境用水量的单位是“ $\times 10^9 \text{ m}^3$ ”,人口的单位是“万人”,人均生态用水水平以百分比(%)计。

3. 研究期生态用水的数量变化

3.1. 全省生态用水量变化趋势

研究期 10 年间全省生态用水量和总用水量的变化均呈现增加趋势(图 1),但二者并不完全同步:全省总用水量在 2014~2016 年出现一个较大增幅,在 2013~2014 年和 2019~2020 年则分别出现两个较为明显的降幅,后一时段较少的原因推测与新冠疫情带来的生产性用水量减少有关;而生态用水在 2017~2019

年增长幅度最大, 2014~2015 年和 2019~2020 分别出现一个降幅。此外, 生态用水和总用水量的最高值和最低值出现时间相近: 总用水量在 2019 年达到 10 年间最高, 而生态用水量在 2019 和 2020 年达到最高及次高值; 二者的研究期最低值则先后出现在 2014 年和 2015 年, 与总用水量减少出现的第一个时段接近。因此, 生态环境用水量的变化与总用水量变化间存在一定联系, 但二者关联并不密切, 影响生态用水使用量的因素还有待于进一步分析。

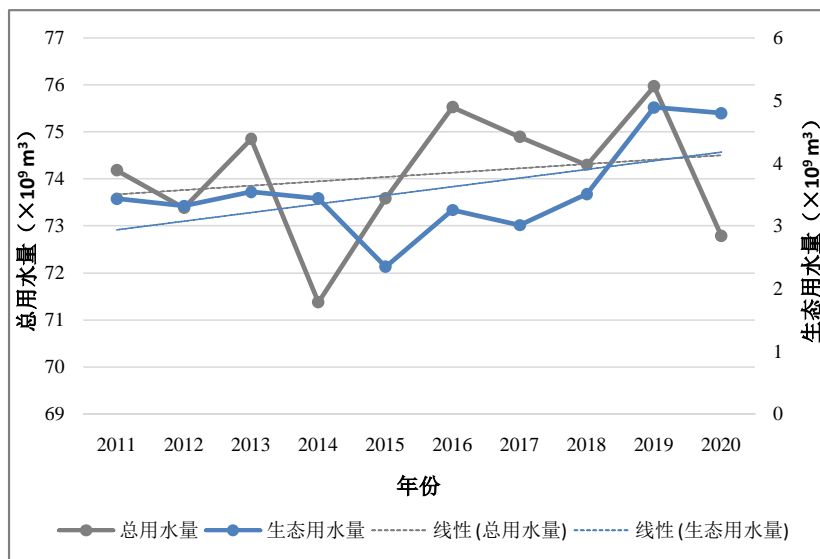


Figure 1. Changes in ecological water consumption and total water consumption in Shanxi Province

图 1. 山西省生态用水量和总用水量变化情况

3.2. 各市生态用水量变化趋势

研究期除阳泉市外, 山西省内其他 10 市生态用水量总体呈上升趋势。其中临汾市、朔州市、晋城市、忻州四市在 10 年间生态用水量变化幅度较小, 不明显(表 2), 大同市、长治市、太原市、吕梁市、晋中市、运城市六市的生态用水量增加趋势则较为明显(图 2)。

Table 2. Four municipalities with insignificant changes in ecological water consumption during the 10-year period (×10⁹ m³)
表 2. 10 年间生态用水量变化幅度不明显的四市(×10⁹ m³)

年份	临汾市	朔州市	晋城市	忻州市
2011	0.3250	0.0707	0.1775	0.4618
2012	0.3227	0.0822	0.1222	0.4523
2013	0.2961	0.1278	0.1328	0.4370
2014	0.2440	0.1696	0.1301	0.4566
2015	0.3077	0.0637	0.0810	0.4920
2016	0.3483	0.0595	0.0985	0.5260
2017	0.2958	0.1002	0.0906	0.5507
2018	0.3428	0.0846	0.1198	0.5369
2019	0.4018	0.1226	0.1202	0.5800
2020	0.3348	0.1292	0.2352	0.4967
均值	0.32	0.10	0.11	0.14

生态用水量变化趋势不明显的四市中, 10 年间生态用水量的均值由大到小排列分别为临汾市 $0.33 \times 10^9 \text{ m}^3$, 为四市中最高, 忻州市均值 $0.14 \times 10^9 \text{ m}^3$, 晋城市均值 $0.11 \times 10^9 \text{ m}^3$, 朔州市均值最低为 $0.1 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。虽然四个市的生态用水量在整个研究期变化趋势较不明显, 但大都在 2015 年后仍呈现出微弱上升趋势。

研究期生态环境用水量增加明显的 6 市中(表 3), 大同市在 2015 年最少为 $0.17 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2016 年间的生态环境用水量最多为 $0.59 \times 10^9 \text{ m}^3$, 同比 2015 年增长 241.76%; 长治市在 2015 年最少为 $0.21 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2019 年生态环境用水量最多为 $0.59 \times 10^9 \text{ m}^3$, 相比之下增长了 186.07%; 吕梁市 2013 年的生态环境用水量最少为 $0.3261 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2020 年最多为 $0.84 \times 10^9 \text{ m}^3$, 与 2013 年相比增长 158.97%; 太原市最小为 2015 年的 $0.25 \times 10^9 \text{ m}^3$, 在 2020 年最多为 $0.91 \times 10^9 \text{ m}^3$, 相比 2015 年增长了 266.12%; 晋中市在 2015 年最少为 $0.18 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2019 年生态环境用水量最多为 $0.55 \times 10^9 \text{ m}^3$, 对比 2015 年增长 214.54%; 运城市在 2014 年最少为 $0.04 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2019 年间的生态用水量最多分别为 $0.28 \times 10^9 \text{ m}^3$, 相比 2014 年增长 535.80%。可见, 生态环境用水量增加趋势明显的 6 市, 最高值和最低值间的变化差距也较大; 最小值多出现在 2015 年(出现 4 次), 最大值多出现在 2019、2020 年, 这与全省的整体情况相同(2019 年全省生态用水总量最多, 为 $4.89 \times 10^9 \text{ m}^3$, 2015 年最少, 为 $2.35 \times 10^9 \text{ m}^3$)。

Table 3. Six cities with significant changes in ecological water consumption over 10 years

表 3. 10 年间生态用水量变化幅度明显的 6 个市

市	生态用水量最多 ($\times 10^9 \text{ m}^3$)	生态用水量最少 ($\times 10^9 \text{ m}^3$)	相差比例 (%)
太原市	0.91 (2020)	0.25 (2015)	266.12
大同市	0.59 (2016)	0.17 (2015)	241.76
长治市	0.59 (2019)	0.21 (2015)	186.07
吕梁市	0.84 (2020)	0.33 (2013)	158.97
晋中市	0.55 (2019)	0.18 (2015)	214.54
运城市	0.28 (2019)	0.04 (2014)	535.80

研究期 10 年间, 阳泉市的生态用水量呈下降趋势, 在全省比较特殊, 2015 年的生态用水量最多, 为 $0.23 \times 10^9 \text{ m}^3$, 而研究期末 2020 年下降到 $0.13 \times 10^9 \text{ m}^3$, 下降了 38.53 个百分点。

4. 生态用水水平的变化

4.1. 研究期内全省生态环境用水水平变化情况

用水水平反映部门用水量在总用水量中的比重。一般而言, 用水量是指包括输水损失的毛水量之和, 按生活用水、工业用水、农业用水和人工生态环境(同公报中的生态环境用水)补水四大类用户统计, 不包括水力发电、航运等河道内用水量。表 4 为 2011~2020 年 10 年间山西省各项基本用水占总用水量的比重。研究显示, 10 年间山西省生态用水量均值为 $3.36 \times 10^9 \text{ m}^3$, 是同期 10 年间全省平均总用水量的 4.54%。而同期工业用水水平、农业用水水平和生活用水水平平均值分别为 59.07%、18.87%和 17.51%。显然, 生态用水与其他各类部门用水相比属于一个较低的水平。

由表 4 可知, 10 年间山西省生态用水量生态用水水平的均值为 4.80%。根据《中国水资源公报》的同期数据计算, 全国生态用水量水平平均值为 2.17% [6]。具体而言, 2019 年、2020 年山西省生态用水水平最高, 分别为 6.44%和 6.59%, 2015 年最低为 3.19%, 其余年份基本保持在 4%左右。而同期全国生态用水水平虽然也在 2020 年和 2019 年达到最高, 分别为 5.3%和 4.1%, 但其余年份则稳定在 2%左右。显

然, 研究期山西生态用水水平年均值远超全国水平, 且 10 年间一直处于较高水平, 表明山西在生态环境改善方面的投入是持续进行的。

Table 4. The proportion of each basic water use to total water use in Shanxi Province in 2011~2020 (%)

表 4. 2011~2020 年山西省各项基本用水占总用水量比重(%)

年份	生态用水占比	农业用水占比	工业用水占比	生活用水占比
2011	4.63	60.49	19.23	15.65
2012	4.52	58.19	21.12	16.12
2013	4.73	58.11	19.88	16.26
2014	4.82	58.20	18.68	17.10
2015	3.19	61.40	17.14	16.73
2016	4.31	61.83	18.01	16.72
2017	4.02	60.08	17.14	17.15
2018	4.72	58.32	18.01	18.09
2019	6.44	57.7	17.71	21.26
2020	6.59%	56.35%	17.02%	20.04%
平均	4.80%	59.07%	18.87%	17.51%

相比农业用水和工业用水水平在研究期并不明显的变化而言, 生态用水和生活用水水平在研究期末的 2019 和 2020 年变化比较明显, 均表现为增加。与研究期始的 2011 年相比生态用水水平在 2020 年增长了 42 个百分点, 生活用水水平则增加了 28%, 增加幅度明显。

4.2. 各市生态环境用水水平

具体到省内各市, 研究期除阳泉市外, 其余 10 市生态用水水平均呈上升趋势。其中 6 个市变化较为明显, 4 个市变化幅度较小(表 5)。用水水平变化明显的六个市, 生态环境用水水平均值从大到小排列分别是: 忻州市、太原市、大同市、长治市、晋中市、朔州市。

忻州市在 2019 年生态用水水平最大为 8.64%, 2013 年最小为 6.86%, 十年来, 忻州市生态用水占比增加了 0.9 个百分点; 太原市在 2020 年生态用水占比相比 2011 年的 9.34%, 增加了 1.98 个百分点; 大同市在 2016 年生态用水水平最高为 9.41%, 2011 年达到最小, 为 3.91%, 2020 年的 8.57% 与 2011 年相比, 增加了 4.66 个百分点。长治市在 2019 年生态用水水平最大为 10.34%, 2015 年最小为 3.87%, 研究期内长治市的生态用水水平从 2011 年的 4.66% 增加到 2020 年的 7.88%, 增加了 3.22 个百分点。晋中市在 2019 年生态用水水平最大为 7.89%, 2015 年达到最小为 2.39%, 研究期内 2011 年生态用水水平为 4.61%, 2020 年增加到 7.51%, 增加了 2.9 个百分点。朔州市在 2014 年生态用水水平最大为 6.56%, 2016 年达到最小为 1.19%, 研究期内从 2011 年 1.42% 增加到 2020 年的 3.22%, 增加了 1.8 个百分点。

Table 5. Six cities with significant changes in ecological water use levels over 10 years

表 5. 10 年间生态用水水平变化明显的六市

年份	大同市	长治市	朔州市	忻州市	晋中市	太原市
2011	3.91%	4.66%	1.42%	6.69%	4.61%	9.34%
2012	5.01%	4.56%	1.62%	7.13%	4.16%	8.85%
2013	6.64%	4.24%	2.39%	6.86%	5.73%	9.72%

Continued

2014	6.24%	4.44%	6.56%	7.07%	4.91%	8.63%
2015	2.76%	3.87%	1.31%	7.40%	2.39%	3.34%
2016	9.41%	4.74%	1.19%	7.91%	5.99%	3.86%
2017	5.17%	4.61%	1.98%	8.28%	5.10%	4.97%
2018	6.01%	5.41%	1.71%	8.03%	5.97%	5.10%
2019	6.88%	10.34%	2.50%	8.64%	7.89%	8.94%
2020	8.57%	7.88%	3.22%	7.59%	7.51%	11.32%
均值	5.96%	5.48%	2.39%	7.59%	5.43%	7.41%

在没有明显变化趋势的四市中(表 6), 生态用水水平的均值最高在忻州市 7.59%。忻州市 10 年间最高值 8.64 (2019 年)和最低值 6.86 (2013 年)分别与均值相差 12.15%和 20.6%; 平均值最低在运城市为 0.85%, 10 年间最高值 2.67 (2019 年)和最低值 0.27 (2015 年)分别与均值相差 214.12%和 68.24%, 差距较大。此外, 临汾市的均值为 4.20%, 晋城市的平均值为 2.79%。

Table 6. Four municipalities with insignificant trends in ecological water use levels over 10 years (%)

表 6. 10 年间生态用水水平变化趋势不明显的四市(%)

年份	临汾市	忻州市	晋城市	运城市
2011	4.12	6.96	3.96	0.32
2012	4.34	7.13	2.52	0.41
2013	3.96	6.86	2.76	0.39
2014	3.41	7.07	2.99	0.43
2015	4.08	7.40	1.88	0.27
2016	4.47	7.91	2.27	0.54
2017	3.81	8.28	2.11	0.79
2018	4.23	8.03	2.76	0.96
2019	4.94	8.64	2.76	2.67
2020	4.68	7.59	5.65	1.70
均值	4.20	7.59	2.79	0.85

阳泉市 10 年间的生态用水水平整体呈下降趋势(图 3), 2012 年相比 2011 年有较大幅度的下降, 而后缓慢回升, 于 2015 年到达研究期最大值 11.94%, 而后连续两年下降, 2017 年生态用水量占比达到最小为 3.07%, 同比 2015 年降低 34.6%, 之后虽然有所上升, 但仍低于研究初期的生态用水水平。

4.3. 人均生态环境用水水平

人均生态用水水平反映居民从水资源投入生态环境维护中的取得的受益高低, 指标高则受益多, 指标低则受益少。研究期整体而言人均生态用水水平呈现上升态势, 但各时段情况不同(图 3)。2011~2015 年全省人均生态用水水平大致保持稳定, 2015 年前后出现轻微下降, 2015 年后, 特别是 2018 年起, 人均生态用水水平出现了较大幅度的上升。可能的原因是: 处于山西省十二五规划时期的 2011~2015 年, 山西全省的发展重点在工业化跃升、城镇化发展方面关注较多, 工业等其他部分的用水对生态用水产生了挤占, 而山西省十三五规划(2016~2020 年)中指出要“坚持绿色发展原则, 确保资源环境与经济发展相互协调”, 表明 2015 年后这种现象得到了缓解, 与政府部门对生态环境建设的关注开始增加有关。

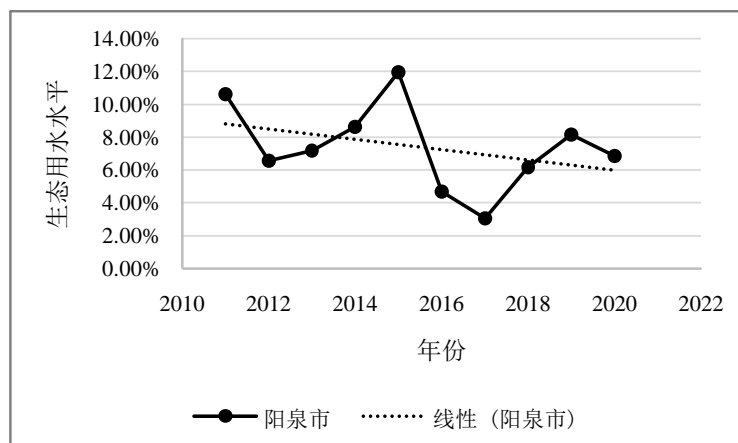


Figure 2. Trends in the proportion of ecological water consumption in Yangquan during the 10-year period

图 2. 10 年间阳泉市生态用水量比例的变化趋势

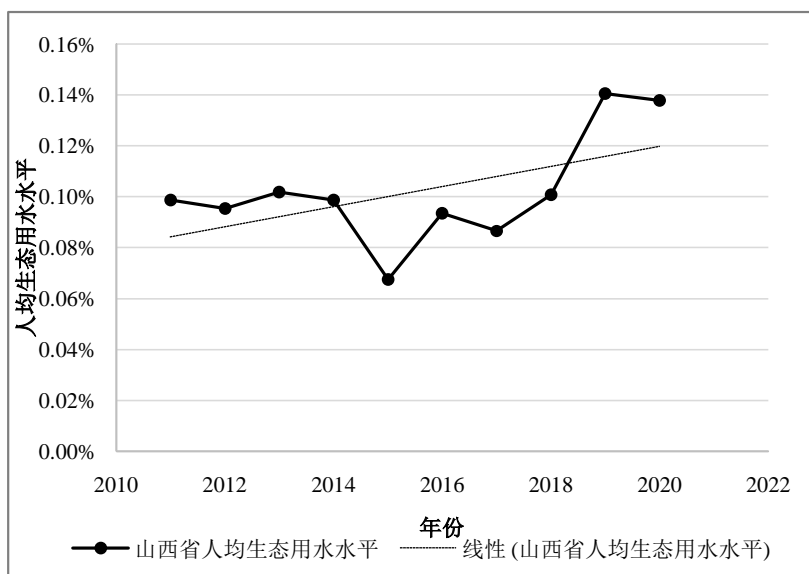


Figure 3. Changes in per capita ecological and environmental water consumption levels in the province

图 3. 全省人均生态环境用水水平变化

各市人均生态环境用水水平

就省内 11 市而言, 研究期省内六个市该指标变化幅度较大, 分别是太原市、大同市、阳泉市、吕梁市、晋中市、朔州市; 其中, 太原市、大同市、朔州市、吕梁市、晋中市五市十年间人均生态用水水平变化幅度较大但总体上呈上升趋势; 阳泉市同样变化幅度较大但总体呈下降趋势。长治市、晋城市、忻州市、临汾市、运城市等五个市的人均生态环境用水水平变化幅度则较小。

由图 4 可知: 除阳泉市外的五个市人均生态用水水平都在 2015 年出现低点而后逐渐上升。其中太原市 2020 年人均生态环境用水水平达到最大为 0.17%, 与 2011 年 0.13% 相比增长了 30%, 而与 2015 年相比增长了 267%。大同市 2020 年人均生态环境用水水平为 0.17%, 与 2011 年相比增长了 123%, 而与最低点 2015 年相比增长率 208%。朔州市 2020 年人均生态用水水平为 0.08%, 与 2011 年相比增长了 83%,

与 2015 年 0.04% 相比增长了 102%。吕梁市 2020 年人均生态换环境用水水平为 0.25%，与 2011 年的 18% 相比增长了 41%，与 2015 年 0.10% 相比增长了 158%。晋中市 2020 年人均生态环境用水水平为 0.15%，与 2011 年 0.10% 相比增长了 50%，与 2015 年 0.05% 相比增长了 187%。

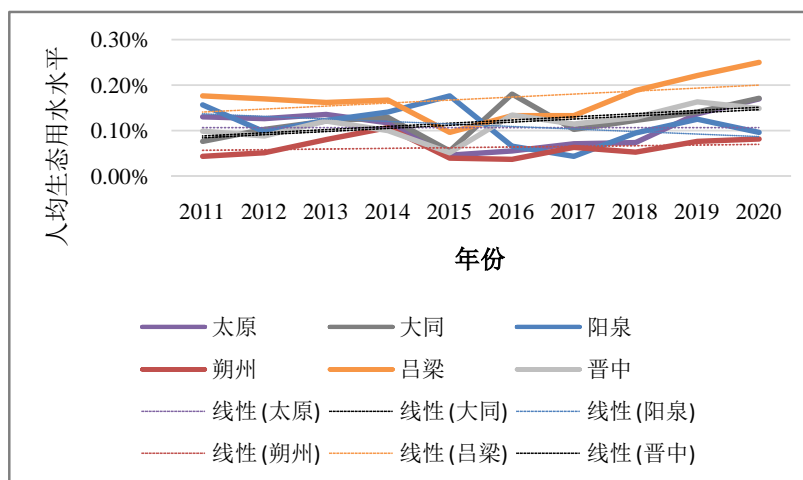


Figure 4. Five cities with small changes in per capita ecological and environmental water use during the 10-year period

图 4. 10 年间人均生态环境用水水平变化幅度较大的六市

阳泉市 2015 年人均生态环境用水水平处于 10 年间的最高点为 0.18%，2020 年的人均生态环境用水水平 0.10% 与最高点相比下降了 45%，与 2011 年 0.16% 相比下降了 38%。

由表 7 可知长治市、晋城市、忻州市、临汾市、运城市为变化幅度较小的五个市。其中，长治市、运城市 2011~2018 年变化较小，人均生态环境用水水平八年间的平均值为 0.10%、0.03%，2019 年出现最高点 0.19%、0.09% 而后略微下降，但仍高于前面八年。忻州市和临汾市 10 年间人均生态环境用水水平发展较为平缓，二者高点都出现在 2019 年分别是 0.22%、0.10% 但与最低点 0.16% 和 0.06% 相比，变化幅度较小。晋城市 2011~2020 年 10 年间人均生态环境用水水平变化幅度较小，其平均值为 0.06%，于 2020 年出现最大值 0.11%。

Table 7. Four municipalities with insignificant trends in ecological water use levels over 10 years

表 7. 10 年间人均生态环境用水水平变化幅度较小的五市

年份	长治市	晋城市	忻州市	临汾市	运城市
2011	0.09%	0.08%	0.17%	0.08%	0.01%
2012	0.09%	0.06%	0.17%	0.08%	0.01%
2013	0.08%	0.06%	0.16%	0.08%	0.01%
2014	0.08%	0.06%	0.17%	0.06%	0.01%
2015	0.07%	0.04%	0.18%	0.08%	0.01%
2016	0.08%	0.05%	0.20%	0.09%	0.02%
2017	0.08%	0.04%	0.21%	0.08%	0.03%
2018	0.10%	0.05%	0.20%	0.09%	0.03%
2019	0.19%	0.05%	0.22%	0.10%	0.09%
2020	0.13%	0.11%	0.19%	0.09%	0.06%

研究表明, 2011~2020 年十年间山西省人均生态环境用水水平总体上呈上升趋势, 表明全省各市居民大都能从水资源投入生态环境维护中获得收益, 但各市获取收益的多少存在空间上的不平衡情况。具体而言, 各市人均生态环境用水水平的增长多在 2015 年之后, 且部分地市的人均生态环境用水水平总体较低, 仍有个别地市人均生态环境用水水平出现下降, 说明山西省省内对生态环境保护相关知识宣传不够到位, 群众环保意识有待加强, 全省环境质量改善任重道远。

5. 结论

通过对 2011~2020 年山西省全省和各市生态用水变化情况和生态用水水平分析可以得出以下几点结论及建议:

(1) 研究期内全省生态用水量变化呈现出增加态势, 表明山西省在十二五和十三五规划实施过程中用于生态环境改善的水资源投入持续进行且不断增强, 体现出政策因素对于生态用水投入增加和用水结构优化的积极影响。由于生态用水的来源中有很大比例的中水和跨流域补水(如引黄入晋工程), 与其他各类型用水的水源并不完全相同, 因此, 影响生态用水变化的因素还有待于进一步分析。

(2) 省内各市生态用水量变化情况存在明显差异: 临汾市、朔州市、晋城市、忻州市的生态用水量变化幅度较小, 变化趋势不明显; 大同市、长治市、太原市、吕梁市、晋中市、运城市六市的生态用水量增加趋势较为明显, 变化幅度也大, 最小值和最大值出现的时间与全省整体情况相同; 阳泉市在研究期的生态用水变化呈下降趋势。

(3) 10 年间山西省生态用水水平(4.80%)远高于同期全国生态用水平均水平(2.17%), 但低于省内与其他各类型用水, 表明生态用水水平仍有提升空间, 用水结构还需进一步优化。今后应加强水资源管理, 避免在经济发展过程中生态用水受到其他用水部门的挤占, 保持并平稳提升生态用水水平。

(4) 10 年间山西省人均生态用水水平整体呈上升趋势。具体到各市, 除阳泉市呈下降趋势外, 研究期其余 10 市生态用水水平均呈上升趋势。这反映了全省各市居民大都从水资源投入生态环境维护中的取得收益, 但各市间收益多少存在不平衡情况。对于个别生态用水水平较低的市需要深入研究其根本原因, 加强宣传和关注, 持续增强当地水资源合理优化配置, 努力提升生态用水水平。

基金项目

2002 年山西省大学生创新资助项目; 2002 年太原师范学院大学生创新资助项目。

参考文献

- [1] 杨爱民, 唐克旺, 王浩, 刘小勇. 生态用水的基本理论与计算方法[J]. 水利学报, 2004(12): 39-45.
- [2] 左其亨. 论生态环境用水与生态环境需水的区别与计算问题[J]. 生态环境, 2005, 14(4): 611-615.
- [3] 马艳红, 牛娟, 刘海龙. 基于多角度的山西省水资源基尼系数分析[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2019(2): 100-105.
- [4] 山西省统计局. 国家统计局山西调查总队. 山西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011~2020.
- [5] 山西省水利厅. 山西省水资源公报[R/OL]. <http://slt.shanxi.gov.cn/>, 2023-05-09.
- [6] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011~2020.
- [7] 山西省人民政府. 山西省国民经济与社会发展第十三个五年规划纲要(2016~2020) [R/OL]. <http://www.shanxi.gov.cn/>, 2023-05-09.