

2018—2023 年全国用水结构与用水效率协同演变

费 凡

湖北浩川水利水电工程有限公司, 湖北 武汉 430071

[摘要] 为了体现用水总量约束下水资源配置结构与利用效率的协同变化, 整理 2018–2023 年《中国水资源公报》以及水利部公开数据, 建立总量、农业、工业、人工生态环境补水、灌溉效率、工业用水强度指标序列, 用端点变化率、复合年均变化率、线性趋势进行描述性分析。结果表明全国用水总量从 6015.5 亿 m^3 降到 5906.5 亿 m^3 , 下降了 1.8%, 工业用水量减少 23.1%, 人工生态环境补水增加 76.3%, 用水结构由生产型配置向生产、生活、生态统筹配置转变。农田灌溉水有效利用系数由 0.554 提高至 0.576, 增加 0.022; 万元工业增加值用水量由 41.3 m^3 降至 24.3 m^3 , 下降 41.2%。农业用水总量下降幅度小, 年际间变化大, 说明提高效率会受气候、种植结构、灌溉需求等因素的影响。研究建议把总量控制、强度约束、生态补水绩效和区域差异放在同一个评价体系中, 不能用单一的强度指标来代替真实的节水量。

[关键词] 用水总量; 用水结构; 灌溉水有效利用系数; 工业用水强度; 节水; 水资源公报

DOI: 10.64635/ja.2026.1486

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

Coordinated Evolution of National Water Use Structure and Water Use Efficiency from 2018 to 2023

Fei Fan

Hubei Haochuan Water Conservancy and Hydropower Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071, China

Abstract: To reflect the coordinated changes in water resource allocation structure and utilization efficiency under constraints on total water use, this study compiles data from the China Water Resources Bulletin from 2018 to 2023 and public data released by the Ministry of Water Resources, and establishes indicator series for total water use, agricultural water use, industrial water use, artificial ecological and environmental water replenishment, irrigation efficiency, and industrial water use intensity. Endpoint change rates, compound annual change rates, and linear trends are used for descriptive analysis. The results show that China's total water use decreased from 601.55 billion m^3 to 590.65 billion m^3 , a decline of 1.8%. Industrial water use decreased by 23.1%, while artificial ecological and environmental water replenishment increased by 76.3%, indicating that the water use structure has shifted from production-oriented allocation to coordinated allocation for production, domestic use, and ecology. The effective utilization coefficient of farmland irrigation water increased from 0.554 to 0.576, an increase of 0.022, while water use per 10,000 yuan of industrial added value decreased from 41.3 m^3 to 24.3 m^3 , a decline of 41.2%. The relatively small decline and large interannual fluctuation in total agricultural water use indicate that efficiency improvement is affected by factors such as climate, planting structure, and irrigation demand. The study suggests that total quantity control, intensity constraints, ecological water replenishment performance, and regional differences should be integrated into the same evaluation system, and that a single intensity indicator should not be used to replace actual water savings.

Keywords: total water use; water use structure; effective utilization coefficient of irrigation water; industrial water use intensity; water saving; water resources bulletin

引言

水资源刚性约束要以经济社会发展的用水量、生态安全的边界为条件。相关研究已经从水资源刚性约束、用水效率目标约束的角度出发, 对总量和强度的协同管理进行了探讨^[4], 但是“总量下降”并不意味着各个行业的同步节水, “强度下降”也会受到产业结构的影响。判断节水政策的效果, 必须把总量、

结构、效率放在同一个时间序列上进行考察。农业用水仍是主体, 生态需求不断增大, 水资源配置由满足生产生活向生产、生活、生态统筹转变。

已有研究从省际水资源效率、粮食水资源利用效率、灌溉效率提高潜力等角度分析了技术进步、产业结构、城镇化、资源禀赋的影响^[2–3, 5]。但是不同的研究会使用不同的取水量、用水量、耗水量或者水足

迹等指标，因此得出的结论不能直接比较。本文用同一个官方公报体系下的连续数据，从 2018—2023 年对全国用水结构和主要效率指标的变化情况进行描述，分析指标之间的“总量稳定、结构调整、强度下降”三者组合特征。本文只对公开的统计资料进行实证描述，并不对六个年度的样本进行推断来得出政策因果效应。

1 数据与方法

数据来源于水利部 2018—2023 年中国水资源公报及官方摘要^[1]。提取指标有全国用水总量、农业用水量、工业用水量、人工生态环境补水量、亩均灌溉用水量、万元工业增加值用水量。生活用水量为总量减去农业、工业和人工生态环境补水量得到，作为结构展示的差额项，不替代公报对各细分类别的正式定义。所有体积指标统一为亿 m³，工业强度统一为 m³/万元。

使用三种指标。端点变化率 $g=(x_{2023}-x_{2018})/x_{2018} \times 100\%$ ，用于衡量观察期累计变化；复合年均变化率 $CAGR=(x_{2023}/x_{2018})^{1/5}-1$ ，用于消除量纲并比较变化速度；线性趋势 $x_t=\alpha+\beta t+\varepsilon_t$ 用于描述年度平均方向，并报告决定系数 R²。由于样本只有 6 年，2020 年前后宏观经济、统计核算、产业活动等都会出现结构变化， β 和 R² 只能当作描述性的证据，不能解释为政策净效应。

文中所指的节水有三种情况，即实际用水量减少、用水从高强度行业转为低强度行业、单位产出或单位灌溉面积用水量降低。三者可以同向也可以互相抵消。灌溉系数提高并不一定意味着农业用水总量逐年减少，因为降水、种植面积、作物结构都会影响需

水量；工业强度下降也可能是产业升级的结果，并不是单一工艺节水造成的。

2 用水总量与结构变化

2018—2023 年全国用水总量由 6015.5 亿 m³ 降至 5906.5 亿 m³，累计下降 1.81%，复合年均变化率为 -0.37%。六年序列并非单调下降：2019 年为 6021.2 亿 m³，2020 年降至 5812.9 亿 m³，随后两年回升，2023 年再次下降。总量控制是在气候和经济活动波动中实现相对稳定的，而不是每年按固定斜率压减。用单年的变化来评价政策会受到来水丰枯、行业景气的影响。

结构变化比总量变化更大。工业用水由 1261.6 亿 m³ 降至 970.2 亿 m³，累计下降 23.1%，在总用水中的占比由 20.97% 降至 16.43%；人工生态环境补水由 200.9 亿 m³ 增至 354.1 亿 m³，增长 76.3%，占比由 3.34% 提高至 6.00%。农业用水量仅由 3693.1 亿 m³ 降至 3672.4 亿 m³，但占比由 61.39% 升至 62.18%，原因是工业用水压减速度更快。因此占比提高并不必然意味着农业用水绝对量增加。

按差额计算，生活用水量由 859.9 亿 m³ 增至 909.8 亿 m³，增加 49.9 亿 m³。2018—2023 年总量净减少 109.0 亿 m³，其中工业用水减少 291.4 亿 m³、农业用水减少 20.7 亿 m³，而生态补水增加 153.2 亿 m³、生活用水差额增加 49.9 亿 m³。各项变化相加和总量变化一致，说明工业节水和结构升级释放出来的空间，在某种程度上被生活需求和生态修复所吸收。该结果体现出水资源配置目标的多样化，不能简单的解释为生态补水挤占了生产用水。

表 1 2018—2023 年全国用水结构与效率指标

年份	总用水量 / 亿 m ³	农业 / 亿 m ³	工业 / 亿 m ³	生态补水 / 亿 m ³	灌溉系数	亩均灌溉 /m ³	工业强度 / (m ³ ·万元 ⁻¹)
2018	6015.5	3693.1	1261.6	200.9	0.554	365	41.3
2019	6021.2	3682.3	1217.6	249.6	0.559	368	38.4
2020	5812.9	3612.4	1030.4	307.0	0.565	356	32.9
2021	5920.2	3644.3	1049.6	316.9	0.568	355	28.2
2022	5998.2	3781.3	968.4	342.8	0.572	364	24.1
2023	5906.5	3672.4	970.2	354.1	0.576	347	24.3

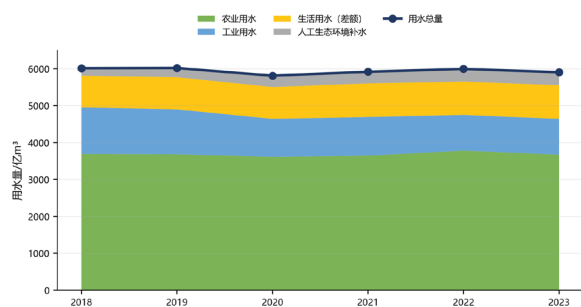


图 1 2018—2023 年全国用水总量及结构演变

3 关键用水效率指标变化

农田灌溉水有效利用系数从原来的 0.554 提高到现在的 0.576，绝对值增加 0.022，相对提高 3.97%。线性趋势斜率为每年 0.0043， R^2 为 0.990，六年的序列有比较稳定的改善方向。韩振中等^[2]认为我国灌溉水有效利用率不断提高，但是不同规模的灌区还存在着差别。系数提高说明输配水、田间利用环节的损失减少，是高标准农田、渠系改造、计量和用水管理综合效应的结果。

亩均灌溉用水量从 365 m³ 降至 347 m³，端点下降 4.93%，但年度值在 347—368 m³ 之间波动，2022 年一度回升至 364 m³。该波动与降水、蒸散发、灌溉面积和作物结构有关，说明单位面积用水量更接近实际需求水结果，灌溉系数侧重工程和管理效率。两项指标一起使用，系数表示输配和利用效率，亩均量反映气候和生产条件下真实的投入。

万元工业增加值用水量从 41.3 m³ 降至 24.3 m³，累计下降 41.16%，复合年均降幅为 10.06%。线性趋势为每年减少 3.79 m³/万元， $R^2=0.955$ 。2023 年比 2022 年由 24.1 m³ 增加到 24.3 m³，说明在不断下降的长期趋势下还会出现短期波动。工业强度受节水工艺、重复利用、产品结构、不变价核算等共同影响，要结合行业用水量来判断。

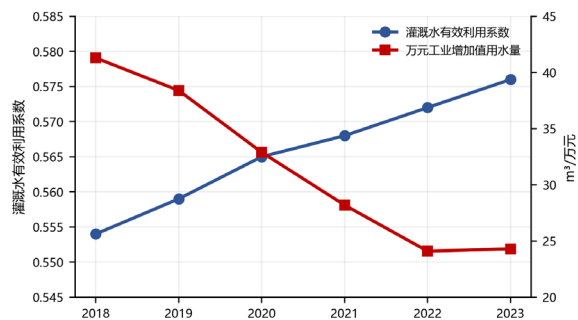


图 2 灌溉效率与工业用水强度变化

4 总量—结构—效率的协同关系

六年数据为总量小幅下降、工业显著压减、生态持续增加、农业相对稳定。它说明刚性约束不是只靠压缩总量来完成的，而是在产业结构、节水技术、水资源再配置三者共同作用下完成的。在工业端，用水量和单位增加值用水量同向下降，说明产出的增长并没有以同样比例的用水增长为代价，但是两者都受到工业结构调整的影响，不能仅仅依靠全国汇总数据来区分工艺节水 and 产业替代的贡献。进一步识别出需要的行业层面产值、不变价指数、取用水数据。

农业端呈效率系数不断上升，用水量波动的情況。灌溉水有效利用系数是渠首到田间被作物利用的比例，受渠系防渗、管道输水、田间工程和用水管理的影响^[2]；农业用水总量还受播种面积、作物需水、有效降水和干旱程度的影响。因此考核应同时列出系数、亩均用水量、有效灌溉面积和粮食产量，不能把系数的提高简单地等同于可调配水量等额增加。对于北方缺水地区来说，还要考虑地下水压采和地表水置换是否同步。

5 结语

(1) 2018—2023 年全国用水总量总体稳定且略有下降，但是结构发生了明显变化，即工业用水减少 23.10%，人工生态环境补水增加 76.26%，水资源配置从以生产为主向生产、生活、生态三者统筹转变。

(2) 灌溉水有效利用率提高 0.022，万元工业增加值用水量减少 41.16%，说明关键部门效率有所提高。农业用水量仍然存在明显的年际变化，说明效率指标不能脱离气候、面积和作物结构来解释。

(3) 节水治理要从用水总量、结构、强度和生态补水绩效等各方面综合考虑，提高公报数据的机器可读性以及口径透明度。本文的结果为六年全国汇总数据的描述性分析，不做政策因果解释。

[参考文献]

- [1] 水利部. 2018 年《中国水资源公报》发布 [EB/OL]. (2019-07-12) [2026-08-01].
- [2] 韩振中, 冯保清, 田雨, 等. 我国灌溉用水效率提升潜力与实现路径 [J]. 中国利, 2025(11): 28-33.
- [3] 常明, 陈思博, 马冰然, 等. 粮食水资源利用效率及影响因素分析: 基于中国省际面板数据的实证研究 [J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(2): 145-151.

- [4] 廖瑜欣, 张勇, 古润竹. 用水效率目标约束下的省市用水差异及分区对策探讨 [J]. 华东师范大学学报 (自然科学版), 2019(1):136-143.
DOI:10.3969/j.issn.1000-5641.2019.01.015.
- [5] 俞雅乖, 刘玲燕. 中国水资源效率的区域差异及影响因素分析 [J]. 经济地

理, 2017, 37(7):12-19.

作者简介: 费凡 (1993.12—), 男, 汉族, 湖北黄石人, 助理级工程师, 水利工程硕士, 研究方向为水利工程。
工作单位: 湖北浩川水利水电工程有限公司, 单位邮编 430071; 通讯地址: 湖北省十堰市张湾区招商兰溪谷, 邮编 442001。