

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.14.008

21世纪我国城市用水变化及趋势分析

程小文^{1,2}

(1. 天津大学 环境科学与工程学院, 天津 300072; 2. 中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

摘要: 选取2001年以来的我国城市用水数据,从时间和空间尺度上讨论21世纪我国城市用水变化及趋势。研究表明:我国城市用水进入低速增长期,增量主要来自居民家庭用水增长,居民家庭用水已成为我国城市最主要的用水类型;城市用水量变化与其行政级别、经济区位和地理区位的关系密切;城市人均用水量指标将维持缓慢下降趋势,城市人均公共服务用水量指标基本稳定,城市人均生产运营用水指标继续缓慢下降,城市人均居民家庭用水指标稳中有升。

关键词: 水资源; 城市用水量; 变化趋势; 预测

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)14-0047-05

Analysis on the Change and Trend of Urban Water Consumption in China in the 21st Century

CHENG Xiao-wen^{1,2}

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

Abstract: Based on the data of urban water consumption in China since 2001, this paper discussed the change and trend of urban water consumption in China in the 21st century in terms of spatial and temporal scale. The urban water consumption of China entered a low-speed growth period, and the increase mainly came from the growth of household water consumption, which had become the most important type of urban water consumption in China. The change of urban water consumption was closely related to its administrative level, economic region and geographical location. Per capita water consumption in cities maintained a slow downward trend. Urban per capita water consumption index of public services was basically stable. Urban per capita water consumption index of production and operation continued to decline slowly, and urban per capita household water consumption index remained stable while rising.

Key words: water resource; urban water consumption; variation trend; forecast

2020年全国城市人口达8.2亿人,占全国人口总数的58%。城市水资源配置工程,具有建设周期长、投资规模大、影响深远等特点,如南水北调中线工程建设期长达10年,投资高达3 000亿元。需水

预测是工程规划的基础,20世纪90年代以来,我国开展了大量城市水资源预测研究,但不同时期、不同机构对城市用水量的预测存在很大差异,且长期预测一般都会出现预测值偏大现象。如原国家计

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2018ZX07110-008)

委和水利部组织编制的《南水北调城市水资源规划》,预测中线工程受水区主要城市2010水平年缺水 $78 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、2030水平年缺水 $128 \times 10^8 \text{ m}^3$,据此,南水北调中线工程确定2010年调水规模为 $95 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、2030年调水规模为 $130 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。截至2020年6月10日,南水北调中线工程安全输水达到2000 d,丹江口水库经陶岔渠首入总干渠水量达到 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[1],平均每年输水 $55 \times 10^8 \text{ m}^3$ (含生态补水),远低于规划预测值。

回顾我国城市历史用水变化过程,重新认识城市用水规律,对指导城市水资源开发利用和制定城市用水管理政策具有重要意义。为此,基于《中国城市建设统计年鉴》数据,分析2001年—2020年我国城市用水量及用水指标的变化和发展趋势。

1 全国城市用水量变化过程

1.1 总量

2001年—2020年全国城市用水量变化趋势见图1。2001年以来,我国城市用水量总体上呈缓慢增长趋势,年均增长1.5%,2020年达 $630 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2001年—2010年,城市用水量年增长率接近1%;2010年后,增长有所加快,年均增长2%左右。

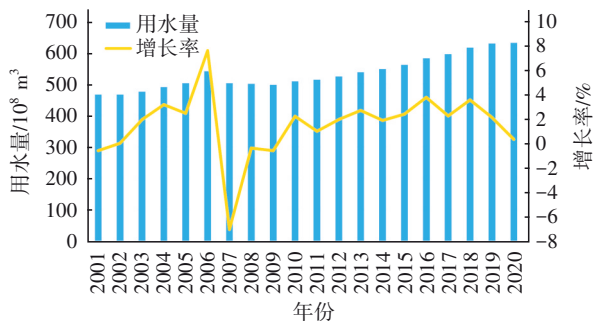


图1 2001年—2020年全国城市用水量变化趋势
Fig.1 Variation of urban water consumption in China from 2001 to 2020

1.2 分类用水量

2001年—2020年全国城市分类用水量变化趋势见图2~4。2001年以来,城市生产运营用水量呈下降趋势,城市公共服务用水量和城市居民家庭用水量呈上升趋势。城市生产运营用水量总体上呈缓慢下降趋势,年均减少1.6%;2001年—2010年,生产运营用水量下降明显,年均下降2.5%;2010年后,下降速度放缓,基本稳定在每年 $160 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右。城市公共服务用水量总体上呈缓慢增长趋势,年均增长1.6%;2001年—2010年,公共服务用水量

波动较大,年均增长0.5%;2010年后,增速加快,年均增长2.8%。城市居民家庭用水量总体上呈较快增长趋势,年均增长3.5%;2001年—2010年,居民家庭用水量年均增长2.7%;2010年后,增速明显加快,年均增长4.2%,高于用水总量的增长速度。

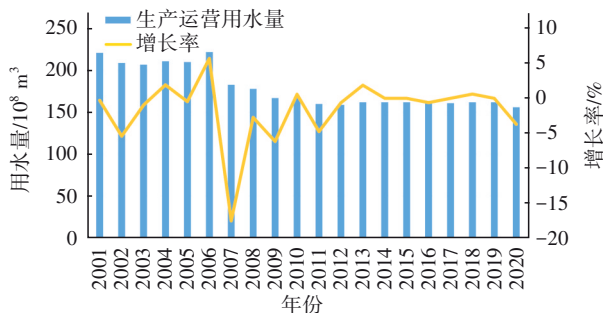


图2 2001年—2020年全国城市生产运营用水量变化趋势
Fig.2 Variation of water consumption of urban production and operation in China from 2001 to 2020

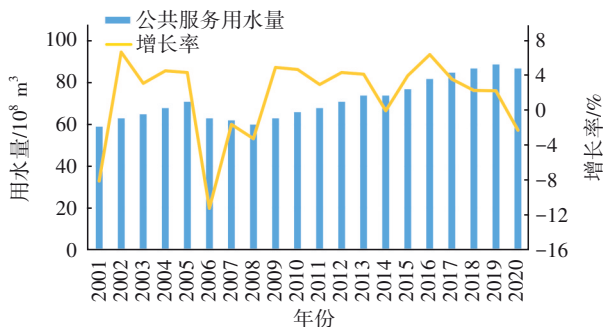


图3 2001年—2020年全国城市公共服务用水量变化趋势
Fig.3 Variation of water consumption of urban public services in China from 2001 to 2020

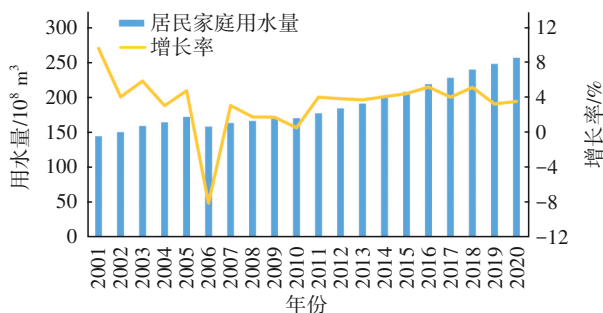


图4 2001年—2020年全国城市居民家庭用水量变化趋势
Fig.4 Variation of urban household water consumption in China from 2001 to 2020

2001年—2020年全国城市用水结构变化趋势见图5。2001年以来,我国城市用水结构发生了明显变化,居民家庭用水已成为我国城市最主要的用水类型。生产运营用水占比明显下降,累计下降20个百分点,至29%;公共服务用水占比小幅上升,增

加3个百分点,达16%;居民家庭用水占比明显上升,增加16个百分点,达49%,接近一半。

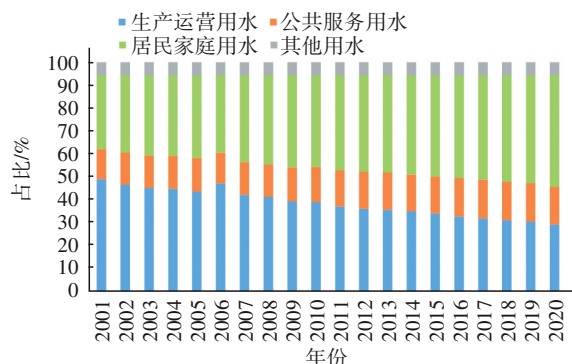


图5 2001年—2020年全国城市分类用水量变化趋势

Fig.5 Variation of classified water consumption of cities in China from 2001 to 2020

2 不同类型城市用水量

2.1 不同经济区位城市用水量

按照区域经济带划分,东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南10个省和直辖市,中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南6个省,西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆12个省/自治区和直辖市,东北地区包括辽宁、吉林和黑龙江3个省。2001年—2020年不同经济区位城市用水量占比变化见图6。2001年以来,我国城市用水结构出现东部、西部地区占比上升,东北、中部地区占比下降的趋势。东部地区城市用水量占比上升明显,增加8个百分点,达52%,是我国城市用水的主要区域;中部地区城市用水量占比明显下降,减少6个百分点,至19%;西部地区占比小幅上升,增加4个百分点,达21%;东北地区占比明显下降,减少5个百分点,至8%。

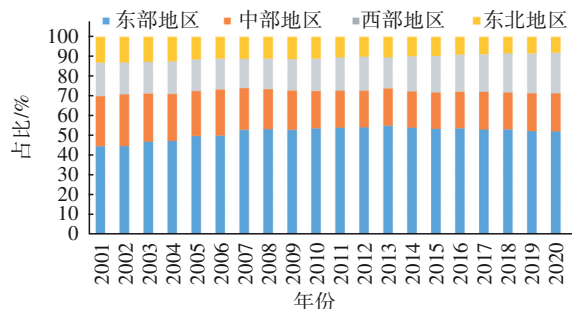


图6 不同经济区位城市用水量占比变化

Fig.6 Variation of urban water consumption proportion in different economic regions

2.2 不同地理区位城市用水量

2001年—2020年不同地理区位城市用水量占比变化见图7。2001年以来,我国城市用水结构出现南方增长、北方(东北除外)稳定、东北下降的趋势。南方地区城市用水量占比明显上升,占比增加6个百分点,达68%,是我国城市用水的主要区域;北方地区(东北除外)用水量占比基本稳定,略有上升,占比增加1个百分点;东北地区占比明显下降。

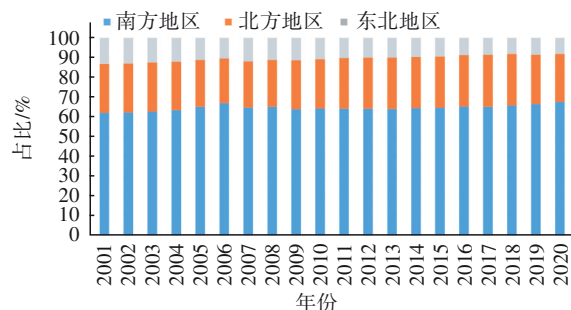


图7 不同地理区位城市用水量占比变化

Fig.7 Variation of urban water consumption proportion in different geographical locations

2.3 不同行政级别城市用水量

按行政级别和政府驻地的重要性,将城市划分为直辖市、省会城市(含计划单列市)、地级城市、县级城市(不含县城)。2001年—2020年不同行政级别城市用水量占比变化见图8。

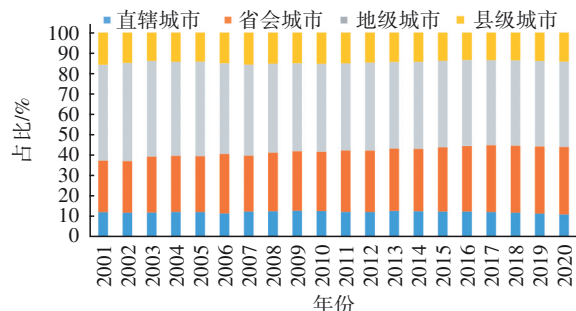


图8 不同行政级别城市用水量占比变化

Fig.8 Variation of water consumption proportion of cities at different administrative levels

2001年以来,我国城市用水结构出现直辖市稳定、省会城市增长、地级城市下降、县城略减的趋势。2001年—2010年,直辖市用水量占比基本稳定,维持在12%左右;2001年—2020年,直辖市用水量占比有所下降。近20年来,省会城市用水量占比持续明显上升,增加8个百分点,达33%;地级城市用水量占比持续明显下降,减少5个百分点,至42%,地级城市仍是我国城市用水的主体;县级城市

用水量占比略有下降,减少2个百分点,至14%。

3 用水指标

3.1 全国

2001年—2020年人均用水指标变化见图9。2001年以来,我国城市人均用水各项指标全面下降,尤以人均生产运营用水指标最甚。2001年以来,人均用水量总体上呈较快下降趋势;2001年—2010年,人均用水量下降较快,年均减少5%左右;2010年后,降速趋缓,年均减少1%左右;2020年,人均用水量为275 L/(人·d)。2001年以来,人均生产运营用水量总体上呈较快下降趋势;2001年—2010年,人均生产运营用水量下降较快,年均减少7%左右;2010年后,降速放缓,年均减少4%左右;2020年,人均生产运营用水量为80 L/(人·d),占人均用水量的29%。2001年以来,人均公共服务用水量总体上呈缓慢下降趋势;2001年—2010年,人均公共服务用水缓慢下降,年均减少2%左右;2010年后,人均公共服务用水量基本稳定在46 L/(人·d)左右,占人均用水量的17%。2001年以来,人均居民家庭用水量总体稳定,小幅波动;2001年—2010年,人均居民家庭用水量略有下降,年均减少1%左右;2010年后,略有回升,年均增长1%左右;2020年,人均居民家庭用水量为133 L/(人·d),占人均用水量的48%。2010年,人均居民家庭用水量首次超过人均生产运营用水量,成为用水结构中的最大组分,之后比重不断提高。

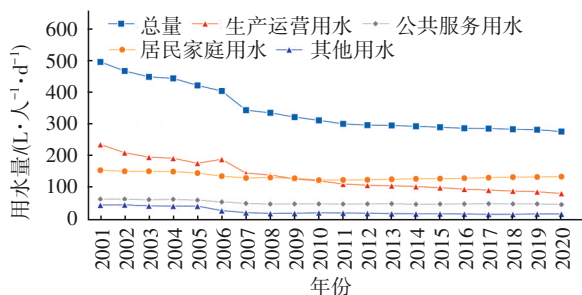


图9 人均用水指标变化

Fig.9 Variation of of per capita water consumption index

3.2 不同行政级别城市

2020年不同行政级别城市的人均用水指标对比见图10。2020年,省会城市的人均用水量指标最高,达302 L/(人·d),地级城市次之,为284 L/(人·d),直辖市和县级城市较低,分别为228、240 L/(人·d)。地级城市的人均生产运营用水量指标最高,为97

L/(人·d),省会城市和县级城市次之,分别为75和77 L/(人·d),直辖市最低,为48 L/(人·d)。直辖市和省会城市的人均公共服务用水量指标最高,均为58 L/(人·d),地级城市次之,为38 L/(人·d),县级城市最低,为30 L/(人·d)。省会城市的人均居民家庭用水量指标最高,为154 L/(人·d),地级城市次之,为131 L/(人·d),直辖市和县级城市最低,分别为112和118 L/(人·d)。

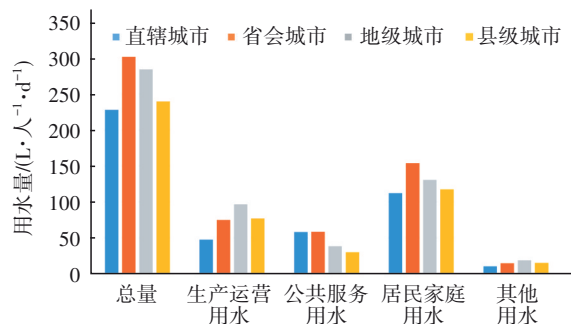


图10 2020年不同行政等级城市人均用水指标对比

Fig.10 Comparison of per capita water consumption

index of cities with different administrative levels in 2020

4 用水趋势讨论

4.1 人均用水量

近年来,我国城市人均综合用水量出现了持续下降态势,1990年—2002年从631 L/(人·d)降至447 L/(人·d),年均下降3%左右^[2]。2002年后,城市人均综合用水量延续了下降趋势,2011年人均综合用水量为299 L/(人·d),年均下降约5%;2011年后,人均综合用水量下降趋势明显趋缓,年均下降约1%,2020年人均综合用水量为275 L/(人·d)。

从结构上来看,人均综合用水量下降的主要原因是,生产运营用水量减少,这与我国大力推进产业结构调整、提高用水效率关系密切。2000年以来我国万元国内生产总值用水量和万元工业增加值用水量下降趋势比较明显,2010年—2015年间分别减少31.5%和36.7%^[3]。随着用水效率的提高,产业节水的潜力也越来越小;人均生产运营用水量下降趋势明显减缓,可见未来生产运营用水进一步降低的空间有限。宋序彤^[2]统计了欧洲13个国家1980年—1997年间的人均综合用水量指标,为226~229 L/(人·d),基本保持稳定。与欧洲国家城市人均用水量相比,目前我国城市人均用水量仍然偏高,但差距已经大大缩小。通过横向、纵向对比以

及对用水量下降原因的分析,可知未来一段时间内,我国城市人均用水量仍将维持下降趋势,但降幅会明显放缓,进入一个缓慢降低的通道。

4.2 用水总量

“十三五”以来,我国城镇化水平增速呈现逐年下降的趋势。魏后凯等^[4]预测“十四五”时期,中国的城镇化推进速度会进一步放缓。2019年—2025年,东部地区城镇化率年均增幅将为0.77个百分点,中部和西部地区仍将保持1个百分点左右,东北地区年均提高0.59个百分点,远低于全国平均增速。

通过城镇化与人均综合用水量的趋势预测,结合近期城市用水总量变化趋势分析,可知未来一段时间内,我国城市用水总量仍将维持增长趋势,但增幅会放缓;其中,中部和西部地区增速相对较快、东部地区增速放慢、东北地区仍将维持下降趋势。

我国城市具有鲜明的行政级别特征,城市规模大小及增长与其行政级别的高低密切相关,随着行政级别的提高,城市人口和用地规模均呈现指数递增的趋势。2019年我国人口增加最快的10个城市,分别是杭州、深圳、广州、宁波、佛山、成都、长沙、重庆、郑州和西安,几乎都是省会城市、计划单列市或直辖市。考虑到北京、上海等城市严格控制人口规模,结合近期各类城市用水总量变化趋势分析,可知未来一段时间内,省会城市(含计划单列市)用水量仍将保持快速增长,直辖市增长相对较快,地级城市和县级城市维持低速增长。

5 结论

① 我国城市用水量进入了低速增长期,增速将进一步放缓,进而趋稳。城市用水增量主要来自居民家庭用水增长,居民家庭用水已成为我国城市最主要的用水类型。生产运营用水已进入稳态,公共服务用水将保持较快增长趋势。

② 我国城市用水量变化表现出明显的经济区位特征和地理区位特征。东部和西部地区的城市用水量占比上升、中部地区的城市用水量占比明显下降;南方城市用水量占比增速较快、北方城市(东北除外)用水量占比增速相对较慢、东北地区维持下降趋势。

③ 我国城市用水量变化表现出明显的行政

级别特征。省会城市(含计划单列市)用水仍将保持快速增长,直辖市相对较快,地级城市、县级城市维持低速增长。

④ 我国城市人均用水量指标仍将维持下降趋势,但进一步下降空间不大;人均生产运营用水指标继续下降,人均公共服务用水指标基本稳定,人均居民家庭用水指标稳中有升。

参考文献:

- [1] 李存才. 南水北调中线工程安全输水2000天 [EB/OL]. [2022-03-10]. http://www.mwr.gov.cn/xw/mtzs/qtmt/202006/t20200610_1407646.html.
LI Cuncai. 2000 days of safe water conveyance in the middle route of South-to-North Water Transfer Project [EB/OL]. [2022-03-10]. http://www.mwr.gov.cn/xw/mtzs/qtmt/202006/t20200610_1407646.html (in Chinese).
- [2] 宋序彤. 我国城市用水发展和用水效率分析[J]. 中国水利, 2005(13):40-43.
SONG Xutong. Analysis of water development and urban water use efficiency in China [J]. China Water Resources, 2005(13):40-43 (in Chinese).
- [3] 张国玉, 谢晨, 李舒, 等. 2000年以来我国用水效率指标变化趋势研究[J]. 人民黄河, 2018, 40(10):36-39.
ZHANG Guoyu, XIE Chen, LI Shu, et al. Study on water use efficiency indicators variation trend in China since 2000 [J]. Yellow River, 2018, 40(10):36-39 (in Chinese).
- [4] 魏后凯, 李玢, 年猛. “十四五”时期中国城镇化战略与政策[J]. 中共中央党校学报, 2020, 24(4):5-21.
WEI Houkai, LI Le, NIAN Meng. Strategy and policy of China's urbanization during the 14th Five Year period [J]. Journal of the Party School of the Central Committee of the C. T. C., 2020, 24(4):5-21 (in Chinese).

作者简介:程小文(1981—),男,安徽安庆人,博士研究生在读,正高级工程师,主要研究方向为城市水系统规划和市政基础设施规划等。

E-mail:3641633@qq.com

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-10

(编辑:孔红春)