

述评与讨论

DOI: 10. 19853/j. zgjsps. 1000-4602. 2025. 24. 001

黄淮海流域城市节水潜力分析和需水预测研究

李昂臻¹, 程睿², 吕金燕², 赵梦阳², 李进松², 田川²

(1. 住房和城乡建设部政策研究中心, 北京 100835; 2. 中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

摘要: 黄河、淮河、海河流域(简称黄淮海流域)是我国城镇及产业密集地区,水资源供需矛盾相对突出。按照流域分布,全面分析了黄淮海流域从“十一五”到“十四五”初期城市节水状况时空分布特征以及取得的显著工作成效。黄淮海流域共有74个城市创建成为国家节水型城市,2021年城市人均综合用水量相较于2002年降幅达27%,2021年城市再生水利用量相较于2010年增加4倍。采用用水增长趋势分析法和人均综合用水定额法对黄淮海流域近远期城市需水量进行预测,设置常规节水和强化节水两种情景,结果显示在相当长的一段时间内城市用水量将持续增长,需保障新增用水需求。因此,应坚持节流、开源和循环循序并重,多措并举挖掘城市节水潜力,推动城市水资源节约集约水平不断提升,为实现黄淮海流域水资源优化配置,推动城市高质量发展提供科学依据。

关键词: 黄淮海流域; 城市节水; 城市需水预测; 管网漏损; 再生水利用

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2025)24-0001-07

Study on the Potential of Urban Water Saving and Water Demand Forecasting in the Huang-Huai-Hai River Basin

LI Ang-zhen¹, CHENG Rui², LÜ Jin-yan², ZHAO Meng-yang², LI Jin-song²,
TIAN Chuan²

(1. Policy Research Center, Ministry of HURD of China, Beijing 100835, China; 2. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

Abstract: The Yellow River, Huaihe River, and Haihe River basins (hereinafter referred to as the Huang-Huai-Hai River basin) was a densely populated urban and industrial area in China, where the contradiction between supply and demand of water resources is relatively prominent. According to the geographical distribution of the Huang-Huai-Hai River basin, a comprehensive analysis was conducted on the spatiotemporal distribution characteristics of urban water and the significant achievements from the 11th Five-Year Plan to the early period of 14th Five-Year Plan. During this period, 74 cities in the Huang-Huai-Hai River basin were designated as national water-saving cities. By 2021, the per capita comprehensive water consumption in these cities had decreased by 27% compared to 2002, while the amount of urban reclaimed water resources had increased fourfold since 2010. Using the trend analysis method of water use growth and the per capita comprehensive water use quota method, the short-term and long-term urban water demand in Huang-Huai-Hai River basin was predicted. Under two scenarios—

基金项目: 住房和城乡建设部科学技术计划项目(2021-R-059、2022-K-035)

conventional water-saving and enhanced water-saving, the results indicate that urban water consumption will continue to rise for a considerable period, necessitating measures to meet the growing demand. Some strategies such as throttling, sourcing and recycling have been developed to explore the water-saving potential and promote the sustainable intensification of urban water resource. These measures provide a scientific reference for optimizing allocation of water resources and supporting high-quality urban development in Huang-Huai-Hai River basin.

Key words: Huang-Huai-Hai River basin; urban water saving; urban water demand prediction; leakage of public water supply network; utilization of reclaimed water

黄河、淮河、海河流域(简称黄淮海流域)在我国社会经济发展中具有重要战略地位,其中,海河流域以首都北京和直辖市天津为核心,构成了我国政治中心所在区域和北方重要的经济文化集聚区^[1-2]。黄淮海流域水资源时空分布不均,与经济社会发展要素不相匹配,面临严峻的资源型缺水问题,需要把水资源作为最大的刚性约束,以提高用水效率为核心,推动用水方式由粗放低效向节约集约转变,有效缓解城市水资源的供需矛盾,保障城市经济社会发展和人民群众正常生产生活^[3-4]。由于我国不同流域水资源禀赋、经济发展水平存在差异,这些差异对城市节水潜力的客观约束有所不同;着眼于黄淮海流域整体视角,现有研究大多以省级和市级行政区划作为研究区,难以满足流域尺度的节水战略目标设定要求^[1,5-6]。为切实有效指导黄淮海流域节水型城市建设、经济发展结构调整和节水战略目标实施,有必要对黄淮海流域城市用水、节水现状和潜力进行科学分析与评估。

笔者课题组按照黄河、淮河、海河三大流域分布,对黄淮海流域200个设市城市的公共供水和城市节水水平进行分析,总结我国从“十一五”到“十四五”初期三大流域城市节水状况时空分布特征,以充分挖掘黄淮海流域城市节水潜力,包括综合用水节水潜力、居民家庭用水节水潜力、供水管网漏损控制节水潜力、非常规水源利用潜力,以期为推动黄淮海流域城市高质量发展提供数据支撑和研究依据。此外,在分析黄淮海流域城市用水量变化规律的基础上,采用用水增长趋势分析法和人均综合用水定额法合理预测黄淮海流域的需水量。文中研究数据来自《中国统计年鉴》和《中国城市建设统计年鉴》,受资料完整度和准确度的影响,评估结果可能并不能全面反映黄淮海流域城市节水现状,

但研究成果具有探索性,可供参考。

1 黄淮海流域概况

黄淮海流域面积为 $144\times 10^4\text{ km}^2$,耕地面积和GDP均占全国的1/3左右,而水资源总量仅占全国的7.6%,人均水资源量和亩均水资源量分别占全国平均值的22.5%和19.8%。黄淮海流域的降水区域分布不均,年际年内变化大,经常出现连丰、连枯现象。其中黄河流域东南多雨,西北干旱,年降水量相差4倍以上;淮河流域降水山丘区大、平原区小;而海河流域山区比平原区略小^[7]。黄淮海流域范围如图1所示。



图1 黄淮海流域范围

Fig.1 Scope of the Huang-Huai-Hai River basin

2 黄淮海流域城市用水和节水现状分析

黄淮海流域城市节水工作取得显著成效,主要体现在以下3个方面:①积极推进国家节水型城市建设。黄淮海流域共有74个城市创建成为国家节水型城市,占国家节水型城市总数的51%。②城市综合用水指标持续下降。2021年黄淮海流域城市人均综合用水量为 $272\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,低于全国平均水平 $[331\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})]$,与2002年相比降幅达27%;城市居民家庭人均生活用水量相对稳定,2021年黄淮海流域城市人均家庭生活用水量为 $110\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,低于全国平均水平 $[136\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})]$ 。③城市再生水利用量大幅提升。2021年黄淮海流域城市再生水利

用量达 $62.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相当于444个西湖的水量, 较2010年增加4倍。

2.1 城市用水结构分析

2010年—2021年黄淮海流域城市用水结构变化见图2。

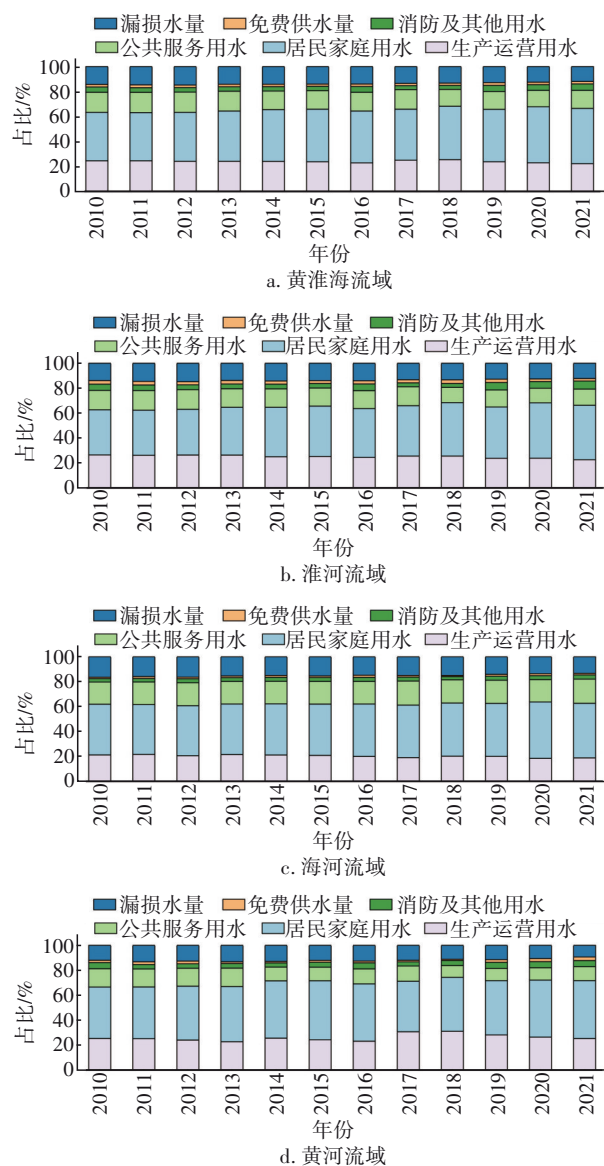


图2 2010年—2021年黄淮海流域城市用水结构变化

Fig.2 Changes in urban water use structure in Huang-Huai-Hai River basin from 2010 to 2021

2010年—2021年黄淮海流域城市公共供水用水结构总体趋向合理, 但仍有优化空间, 居民家庭用水量占比相对最高且总体呈上升趋势, 城市生产运营用水、公共服务用水占比略有下降, 消防、市政等其他用水占比略有升高, 漏损水量占比逐年降低。对比2010年与2021年黄淮海流域城市用水结

构, 城市生产运营用水占比从24.5%降至22.1%, 城市居民家庭用水占比从38.9%升至44.4%, 反映了随着城市发展的绿色转型, 产业结构有所优化和调整。此外, 居民对生活用水量的需求也在适当提高^[8]。消防及其他用水和漏损水量总和占城市用水量的17.0%左右, 对城市水资源造成较大的浪费。2021年黄淮海流域城市生产运营用水占比略高于全国(21.7%), 说明该区域工业用水量相对较大, 可进一步提升工业用水效率, 挖掘节水潜力。

对比2010年与2021年黄河、淮河和海河三大流域城市用水情况, 三大流域城市居民家庭用水比例均有较大幅度提高, 黄河流域城市生产运营用水占比有所升高, 淮河和海河流域城市生产运营用水占比有所降低, 海河流域漏损水量占比下降幅度较大。

2.2 城市人均用水指标变化情况

2020年—2021年黄淮海流域城市人均综合用水量变化见图3。

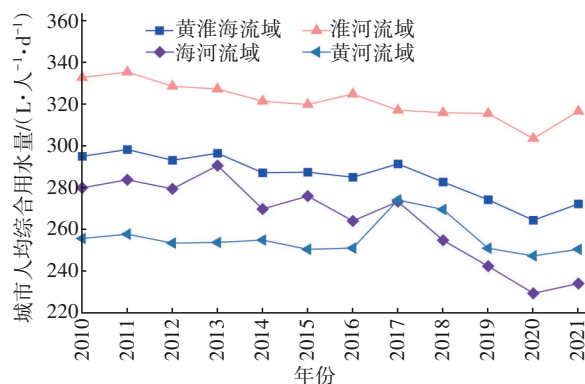


图3 2010年—2021年黄淮海流域城市人均综合用水量变化

Fig.3 Changes in urban per capita comprehensive water consumption in Huang-Huai-Hai River basin from 2010 to 2021

由图3可以看出, 三大流域用水效率差异较大, 淮河流域城市人均综合用水量相对最高。淮河流域主要包括江苏省、安徽省、山东省、河南省、湖北省的相关城市, 城市工业相对较为发达, 生产经营用水量相对高于海河流域和黄河流域。此外, 由于气候及居民生活习惯, 淮海流域的居民家庭生活用水量相对最高。黄河流域城市人均综合用水量相对较低, 海河流域城市人均综合用水量进入“十三五”后迅速降低, 说明城市节水工作力度加强, 工作

成效有所显现。

2.3 国家节水型城市建设情况

黄淮海流域城市数量占全国的30%,流域内共有74个城市(见图4)创建成为国家节水型城市,占国家节水型城市总数的51%,国家节水型城市创建工作推进力度较大。其中,黄河流域12个,淮河流域47个,海河流域15个。

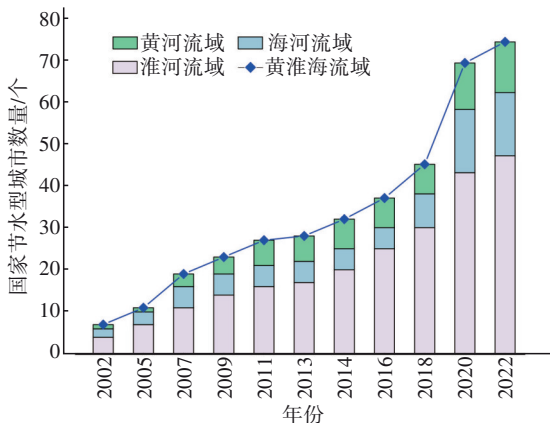


图4 黄淮海流域国家节水型城市分布

Fig.4 Distribution of the national water-saving cities in Huang-Huai-Hai River basin

2.4 城市公共供水管网漏损情况

黄淮海流域城市公共供水管网漏损控制形势总体好于全国,综合漏损率近年来呈下降趋势,具体如图5所示。

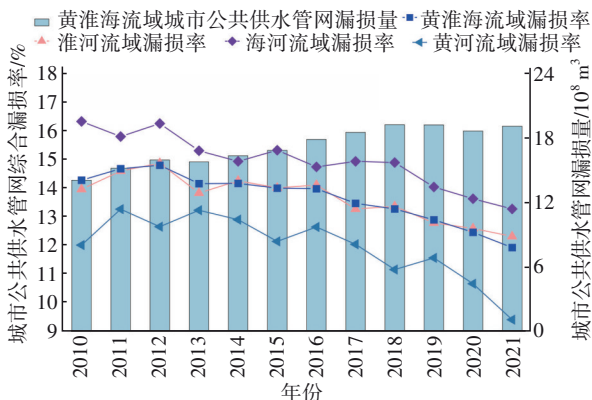


图5 2010年—2021年黄淮海流域城市公共供水管网漏损情况

Fig.5 Leakage of urban public water supply network in Huang-Huai-Hai River basin from 2010 to 2021

三大流域中,淮河流域和黄河流域在城市公共供水管网漏损控制方面总体形势较好,海河流域城市公共供水管网综合漏损率近10年虽呈现明显下降趋势,但在三大流域中仍相对较高。其中,黄河

流域的山东省和甘肃省、淮河流域的江苏省,公共供水管网漏损控制形势相对较好,综合漏损率相对较低。根据相关资料统计,黄淮海流域城市供水管网漏损率目前整体已控制在10%以内。

2.5 城市再生水利用情况

近10年,黄淮海流域城市再生水利用量大幅提升,2021年黄淮海流域城市再生水利用量达 $62.1 \times 10^8 \text{ m}^3$,占全国近40%,相当于444个西湖的水量,较2010年增加4倍;黄淮海流域城市再生水利用率为35.6%,远高于全国城市平均水平(26.8%)。

三大流域城市再生水利用情况差别较大,“十二五”至“十三五”海河流域城市再生水利用率高于其他两大流域(见图6)。相较于2020年,2021年海河流域再生水利用率明显降低,主要是因为2020年北京再生水利用量高达 $12.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,占海河流域再生水利用量的45.2%;而2021年北京再生水利用量降至 $5.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,使得海河流域再生水利用率降至37.7%。2021年黄河流域城市再生水利用量仅为 $11.38 \times 10^8 \text{ m}^3$,约占黄淮海流域再生水利用量的1/5,虽然黄河流域城市再生水利用量较2020年之前有较大幅度的增加,但仍亟须政策支持和设施保障等措施,因地制宜、分类施策,有效提升整体再生水利用水平。

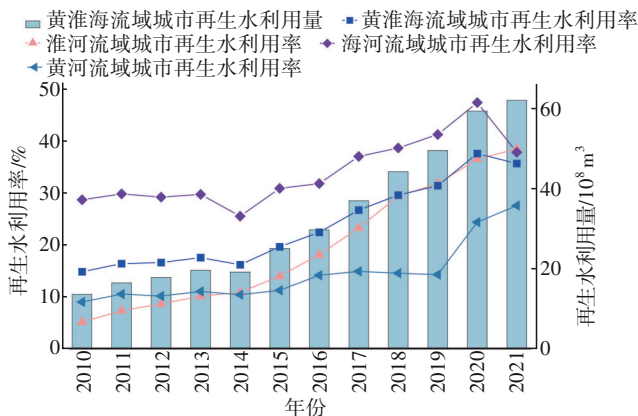


图6 2010年—2021年黄淮海流域城市再生水利用情况

Fig.6 Urban reclaimed water utilization in Huang-Huai-Hai River basin from 2010 to 2021

3 黄淮海流域城市需水预测

3.1 城市需水预测方法

城市需水预测是用科学、经验的预测理论和方法,对城市未来用水可能产生的趋势做出定性或定量的预见^[9]。在需水预测模型方法的选取上,用水

增长趋势分析法是根据历史变化趋势来推测未来需水量的一种较为简便、快捷的预测方法。人均综合用水定额法是一种常见而有效的预测方法,具有精度高、稳定性好等特点。选用上述两种方法,考虑到城市需水预测具有较强的不确定性,每种方法均设置常规节水和强化节水两种情景,对黄淮海流域整体进行城市需水预测。

① 用水增长趋势分析法

该方法主要利用综合增长率来推算区域内近、远期城市需水量,其预测公式如下:

$$W = W_0 \times (1 + R)^t \quad (1)$$

$$t = t_p - t_b \quad (2)$$

式中: W 为预测年用水量; W_0 为基准年用水量; t 为基准年到预测年的年限; t_p 为预测年年份; t_b 为基准年年份; R 为用水量综合增长率。

② 人均综合用水定额法

人均综合用水定额法中城市用水量主要由用水人口和人均综合用水量定额确定,公式如下:

$$W = P \times C \times 365/10^7 \quad (3)$$

式中: P 为预测年用水人口; C 为预测年人均日综合用水量。

3.2 黄淮海流域城市需水预测结果

黄淮海流域城市需水预测中分常规节水和强化节水两个情景,采用用水增长趋势法和人均综合用水定额法预测2025年和2035年城市需水量。对于用水增长趋势分析法,常规节水情景下, R 取2002年—2021年平均增速,约1.7%;强化节水情景下,在年均增速1.7%的基础上再降低20%,取1.4%。对于人均综合用水定额法,常规节水情景下流域城市人均综合用水定额采用现状定额,即2025年、2035年人均综合用水量定额均为272 L/(人·d);在强化节水情景下,考虑到我国将继续加强城市节水,参考近年来的用水变化趋势,2025年在现状定额的基础上下降5%,黄淮海流域城市人均综合用水量为258 L/(人·d);2035年在现状定额的基础上下降15%,黄淮海流域城市人均综合用水量为231 L/(人·d)。预测年的用水人口选用回归分析法进行预测,选取具有可靠性、代表性和一致性的统计数据作为样本,采用2002年—2021年黄淮海流域城市用水人口作为基础数据进行回归分析,并将回归方程进行外延。结果显示,2025年黄淮海流域人口为

19 859万人,2035年达到23 692万人。

两种预测方法的计算结果见表1。为给决策者提供规划年需水量的上下限范围作为参考,常规节水情景下需水预测结果取两种方法的高值,强化节水情景下则取两种方法的低值。

表1 黄淮海流域城市用水预测结果

Tab.1 Forecast results of urban water use in

Huang-Huai-Hai River basin 10^8 m^3

项目	用水增长趋势分析法		人均综合用水定额法		预测结果	
	2025年	2035年	2025年	2035年	2025年	2035年
常规节水	194.95	230.75	197.16	235.22	197.16	235.22
强化节水	192.66	221.40	187.01	199.76	187.01	199.76

由表1可以看出,2025年黄淮海流域城市需水量为 $(187.01 \sim 197.16) \times 10^8 \text{ m}^3$,2035年为 $(199.76 \sim 235.22) \times 10^8 \text{ m}^3$,2035年比2021年增加 $(17.52 \sim 52.98) \times 10^8 \text{ m}^3$,增幅达8.19%~29.07%;用水增量相当于2021年黄淮海流域总供水量 $(1335.90 \times 10^8 \text{ m}^3)$ 的1.30%~4.00%,表明黄淮海流域在相当长的一段时间内城市用水量仍呈增长态势,保障新增合理用水需求将是一项艰巨的任务,建议加强城市节水和提高再生水等非常规水利用量。

4 黄淮海流域城市节水潜力分析

4.1 城市综合用水节水潜力分析

黄淮海流域城市用水效率相对较高,2025年和2035年城市人均综合用水量分别为258 L/(人·d)和231 L/(人·d),接近《城市给水工程规划规范》(GB 50282—2016)中的最低值。由此分析2025年和2035年黄淮海流域城市综合节水潜力分别达到 $10.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $35.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

对于强化节水,可通过进一步提高用水效率实现水资源的节约集约利用,主要包括以下具体措施:①全面推广应用节水器具,适当降低城市人均居民家庭用水量,挖掘居民家庭节水潜力;②优化用水结构、实施节水技改,合理降低城市人均公共服务用水量;③调整产业结构、推进工业节水技术开发和节水设备、器具应用,提高工业用水重复利用率,减少新水取用量;④全面推进供水管网改造,建立精细化管理平台和漏损管控体系,有效降低城市公共供水管网漏损率。

4.2 城市居民家庭用水节水潜力分析

黄淮海流域现状居民家庭用水量低于全国平均水平,综合考虑生活水平、基本用水需求等因素,居民家庭用水指标不会有明显降低。2021年黄淮海流域城市人均家庭生活用水量为 $110\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,低于全国平均值。《城市居民生活用水量标准》(GB/T 50331 修编征求意见稿)中提出,城市居民生活保障基本用水量不宜低于 $100\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。由此预测2025年和2035年黄淮海流域城市人均家庭生活用水量均为 $100\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,城市居民家庭生活节水潜力分别达到 $7.3\times 10^8\text{ m}^3$ 和 $8.7\times 10^8\text{ m}^3$ 。

4.3 城市供水管网漏损控制节水潜力分析

黄淮海流域城市公共供水管网漏损率近年来呈下降趋势,目前整体控制在10%以内,但部分城市漏损依然严重,城市漏损控制水平不均衡,漏损控制仍然是当前及今后一段时间的重要工作。因此,应以供水管网漏损较为严重的城市为重点,推进供水管网改造,有条件地推进供水管网分区计量管理,建立精细化管理平台和漏损管控体系,提升管网运行管理水平,到2025年,城市公共供水管网漏损率力争控制在9%以内。2021年,黄淮海流域城市用水总量为 $182.2\times 10^8\text{ m}^3$,考虑到城市公共供水管网漏损率从10%降至9%,由此估算节水潜力约 $1\times 10^8\text{ m}^3$ 。

4.4 城市非常规水源利用潜力分析

黄淮海流域应进一步挖掘城市再生水利用潜力,继续发挥三大流域中海河流域再生水利用的现状优势,提升黄河流域等基础薄弱地区的“开源”空间,以缺水地区和水环境敏感区域为重点,以城市生活污水资源化利用为突破口,以工业利用和生态补水为主要途径,促进再生水成为缺水城市的“第二水源”。通过再生水的多元利用、梯级利用和安全利用,减少取水量和外排水量,实现节水、控污和减碳的目的。

根据《关于推进污水资源化利用的指导意见》(发改环资〔2021〕13号),到2025年,全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上,京津冀地区达到35%以上。2021年黄淮海流域城市污水处理量与城市供水量的比值为0.95,根据前述预测的黄淮海流域城市需水量推测规划年的城市污水处理量,由此预测2025年和2035年黄淮海流域城市再生水利用量将分别新增 $4\times 10^8\text{ m}^3$ 和 $27\times 10^8\text{ m}^3$,再

生水将成为城市供水水源的重要补充。

5 结论

① 黄淮海流域城市节水工作取得显著成效。三大流域积极推进国家节水型城市建设,共有74个城市创建成为国家节水型城市;城市综合用水指标持续下降,2021年黄淮海流域城市人均综合用水量 $272\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,低于全国平均水平[$331\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$],与2002年相比降幅达27%;城市再生水利用量大幅提升,2021年黄淮海流域城市再生水利用量达 $62.1\times 10^8\text{ m}^3$,较2010年增加4倍。

② 随着城镇化水平的提升和居民生活水平的提高,黄淮海流域城市需水量仍呈增长态势,需合理控制城市需水总量增长。选取用水增长趋势分析法、人均综合用水定额法两种方法,设置常规节水和强化节水两种情景,2025年黄淮海流域城市需水预测值为 $(187.01\sim 197.16)\times 10^8\text{ m}^3$,2035年为 $(199.76\sim 235.22)\times 10^8\text{ m}^3$,2035年比2021年增加 $(17.52\sim 52.98)\times 10^8\text{ m}^3$,增幅达8.19%~29.07%。今后应通过充分挖掘城市节水潜力,提高用水效率,以有效控制城市需水总量增长幅度,保障新增合理用水需求。

③ 多措并举挖掘城市节水潜力,提高黄淮海流域城市节水水平。黄淮海流域现状居民家庭用水指标低于全国平均水平,家庭用水节水潜力已充分挖掘;非常规水源利用尤其是再生水利用具有较大空间,预测2025年和2035年黄淮海流域城市再生水利用量将分别新增 $4\times 10^8\text{ m}^3$ 和 $27\times 10^8\text{ m}^3$;城市供水管网漏损率控制具有一定的提升空间,推进供水管网改造和分区计量管理,建立精细化管理平台和漏损管控体系,提升管网运行管理水平,节水潜力约 $1\times 10^8\text{ m}^3$ 。

参考文献:

- [1] 何国华,杨艳,赵勇,等. 打通制约黄淮海流域高质量发展“水堵点”[J]. 中国水利,2023(13): 5-8.
HE Guohua, YANG Yan, ZHAO Yong, et al. Breaking the “water blockage” that impedes the high-quality development of the Huang-Huai-Hai River basin [J]. China Water Resources, 2023(13): 5-8(in Chinese).
- [2] QIN T L, FENG J M, LI C H, et al. Risk assessment and configuration of water and land resources system network in the Huang-Huai-Hai Watershed [J].

- Ecological Indicators, 2023, 154: 110712.
- [3] REN J X, WANG W G, WEI J, *et al.* Evolution and prediction of drought-flood abrupt alternation events in Huang-Huai-Hai River Basin, China [J]. Science of the Total Environment, 2023, 869: 161707.
- [4] 吕金燕, 赵梦阳, 李昂臻, 等. 黄淮海流域城市用水现状及需水预测研究[J]. 给水排水, 2022, 48(S1): 615-620.
- LÜ Jinyan, ZHAO Mengyang, LI Angzhen, *et al.* Study on the current situation of urban water use and water demand forecasting in the Huang-Huai-Hai River basin [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(S1): 615-620(in Chinese).
- [5] 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.
- LI Huayu, JIANG Yanling. Analysis on the trend of water consumption in cities receiving water from South-to-North Water Diversion Project [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(12): 6-13(in Chinese).
- [6] 宋国君, 高文程. 中国城市节水潜力评估研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(12): 1-7.
- SONG Guojun, GAO Wencheng. Evaluation of China's urban water saving potential [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, 31(12): 1-7 (in Chinese).
- [7] 邵薇薇, 黄昊, 王建华, 等. 黄淮海流域水资源现状分析与问题探讨[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2012, 10(4): 301-309.
- SHAO Weiwei, HUANG Hao, WANG Jianhua, *et al.* Analysis on the development state and problems of the water resources in the basins of Yellow River, Huaihe River and Haihe River [J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2012, 10(4): 301-309(in Chinese).
- [8] 詹力炜, 朱永楠, 赵勇, 等. 南水北调受水区生活用水影响因素与节水潜力[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2023, 21(1): 56-64.
- ZHAN Liwei, ZHU Yongnan, ZHAO Yong, *et al.* Influencing factors of domestic water and water conservation potential in the water import areas of the South-to-North Water Transfer Project [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2023, 21(1): 56-64(in Chinese).
- [9] 潘阳, 王丹. 基于强化节水的城市需水预测方法[J]. 河南水利与南水北调, 2020, 49(8): 100-101.
- PAN Yang, WANG Dan. The forecasting method for urban water demand based on enhanced water saving [J]. Henan Water Resources & South-to-North Water Diversion, 2020, 49(8): 100-101(in Chinese).
-
- 作者简介:**李昂臻(1985-),女,陕西西安人,工学博士,教授级高级工程师,住房和城乡建设部政策研究中心城市更新与社区服务研究处副处长,主要从事城市更新中水环境治理、城市内涝治理、海绵城市建设、城市市政基础设施建设、城市水系统与供水节水等方面的政策研究、咨询和规划工作。
- E-mail:** liaz@nwqc.gov.cn
- 收稿日期:** 2023-08-28
- 修回日期:** 2024-01-01

(编辑:丁彩娟)

强化依法治水,携手共护母亲河