

# 首都副中心水资源承载力及提升对策研究

王睿

北京建筑大学环能与能源工程学院, 北京  
Email: wangr654@163.com

收稿日期: 2021年4月11日; 录用日期: 2021年5月11日; 发布日期: 2021年5月19日

## 摘要

水资源储备量和水体环境质量, 是一座城市发展的命脉。北京市通州区作为首都副中心, 其地位和功能已经日益凸显。针对水资源利用现状, 建立了首都副中心水资源承载力评价体系, 认为该区域的饮用水供水质量有一定保障, 日污水处理能力较强, 断面水质污染治理需进一步加强。此外, 结合其他地区的经验与方法, 提出了改进措施, 以期为首都副中心及其他城市的规划、管理提供理论依据和实践借鉴。

## 关键词

水资源承载力, 首都副中心, 水质评价, 给水排水

# Research on Water Resources Carrying Capacity and Improvement Countermeasures of Tong Zhou Sub-Center in Beijing

Rui Wang

School of Environment and Energy Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing  
Email: wangr654@163.com

Received: Apr. 11<sup>th</sup>, 2021; accepted: May 11<sup>th</sup>, 2021; published: May 19<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Water resources reserve and water environment quality are the lifeblood of a city's development. As the sub-center of the capital, Tongzhou District in Beijing has been increasingly prominent in its status and functions. According to the current situation of water resources utilization, the evaluation system of water resources carrying capacity of the capital sub-center was established, and it was considered that the quality of drinking water supply in this area is guaranteed, the daily

sewage treatment capacity is relatively strong and the treatment of cross section water pollution should be further strengthened. In addition, combined with the experience and methods of other areas, some improvement measures are put forward in order to provide some theoretical basis and practical reference for the planning and management of the capital sub-center and other cities.

## Keywords

Water Resources Carrying Capacity, Capital Sub-Center, Water Quality Evaluation, Water Supply and Drainage

Copyright © 2021 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

2019年北京市水资源总量 24.56 亿  $m^3$ ，按北京市年末常住人口为 2153.9 万[1]计算，市人均水资源量约为 114  $m^3$ ，不到国际人均 1000  $m^3$  的缺水下限的六分之一。水少人多的基本水情，极其紧缺的水资源现状，是北京发展的阻碍。

通州区作为首都副中心，其水资源利用情况也应得到重视。王红瑞等[2]建立了水权分析模型，认为通州区用水呈上升趋势，高晓龙等[3]分析了通州区节水型社会的建设处于较低水平，张秀捷[4]展开了北运河通州城区段污水排放研究。随着数据的不断更新，早期研究已明显滞后于城市发展，近五年来缺乏有关首都副中心水资源承载力的系统性研究。

为了给通州区的建设和水务管理提供理论依据和数据支撑，助力首都副中心的规划与发展，同时也为其他城市提供一定的指导和借鉴，本文研究了北京市通州区的水资源利用现状，并结合污水处理厂的排水情况及水体污染治理情况，提出改进措施和建议。

## 2. 通州区水资源现状及成因分析

### 2.1. 水资源的构成

北京市通州区的水资源主要由本地区降雨量和上游入境水量组成。

降雨量：通州区多年平均降雨总量为 5.08 亿  $m^3$ ，形成地表径流 0.73 亿  $m^3$ ，地下水 2.45 亿  $m^3$ ，行政区域内的地下水年平均可利用量为 1.96 亿  $m^3$ 。通过比较首都各行政区近三年及多年平均降水量，发现通州区近年来的降水量，在北京市的行政区中处于中等水平。20 世纪 70 年代，通州区年平均降水量为 582 mm，2000~2010 年的年平均降水量为 477 mm [5]。年降水主要集中在夏季，春秋季节次之，冬季最少。随着年份的推进，降水量呈下降趋势。21 世纪以来，通州区旱重于涝，降水量除个别年份较高以外，其余年份均处于多年平均值以下。

入境水量：通州地处永定河与潮白河的交汇处，冲击平原地势较低，河流汇聚，多年平均入境水量为 8.15 亿  $m^3$ ，多年平均出境水量为 4.21 亿  $m^3$ 。

### 2.2. 存在的问题及成因分析

通州区早期未能充分利用降雨带来的水资源，这与其地理位置、水资源储备能力，有着紧密关系。通州区降水量年际变化大，现有的水利设施对水资源的调蓄能力有限，降雨集中在夏季，高温天气也加

速了雨水蒸发。以北运河为界，水质较差，地表水资源短缺，水量长期供不应求，不足部分早年间一直依靠地下水填补，致使通州区地下水开采超标[6] [7]。据长期居住于此的市民反映，二十世纪通州区就已经开采地下水。多年以来，平均水位埋深下降到了 5 m 左右，地下水开采严重超标。近年来虽然采取了生态补水等措施，但深层含水层水位变化不明显[8]。由于部分居民早期缺乏对水资源重要性的认识，较低的水价又加剧了人们随意用水的习惯，长期以来，通州区的水资源受到了极大程度的浪费。此外，随着降水时间的减少，通州区的夏季降水量也在减少[9]。通州区的水资源整体开发未能进行合理规划，早期的盲目性，又使水资源储备及利用能力，与城市的规模和发展速度不匹配。工业用水重复率低、废水排放量大等原因，也进一步加剧了水资源的供需失衡。

### 3. 通州区给水情况

#### 3.1. 饮用水供水质量

2018 年起，通州区以《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)和《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)为评价依据[10] [11]，对水质进行按季度监测。其中，生活饮用水包括饮用水水源、自来水厂出厂水和城市末梢水。通州水务局的数据显示 2020 年第四季度城市饮用水源地监测点的水质检测结果全部达标，在采集的 6 件自来水厂出厂水和 33 件城市末梢水水样监测中，同样水质全部合格。查阅往期的数据发现，在过去两年里，通州区的饮用水水源、自来水厂出厂水以及城市末梢水的水质达标率均为 100%。由此判断通州区的饮用水供水质量有一定保障。

#### 3.2. 水厂的资源调度与分配

随着首都副中心建设的不断开展，通州区的水资源需求量正在逐年增长。2015 年起，甘棠水厂、广渠路东延输水管线先后建成，四路水源供通州，区域整体供水能力得到提升。新建成的通州水厂全部接纳南水，已成为第五路水源，用水需求进一步保障。水厂出水水质符合国家生活饮用水的标准。浊度等指标可以降低到 0.1 个单位，远低于国标对出厂水质 1 个单位的要求。五路水源每天带来了约 22 万 m<sup>3</sup> 的饮用水，也就意味着通州区基本已无缺水之虞。

### 4. 通州区排水情况

#### 4.1. 污水处理厂排水情况

2015 年通州区某社区业主反映，自家住房距某污水处理厂约 150 米，入夏以来每天都能闻到臭味，并感到胸闷气短。据负责人表示，该区的生活污水由此污水处理厂集中处理，处理后的中水会供给到居民家循环使用。取样检测该污水处理厂包括水体、大气在内的指标，结果显示达到了北京市的地方排放标准。2016 年，该污水处理厂升级改造后，承担了通州区约 85% 的污水处理任务，服务人口近 70 万，出水水质达到了《城镇污水处理厂水污染物排放标准》[12]的 B 标准，污水异味现象已经消失。

新型冠状病毒肺炎疫情期期间，该污水处理厂根据出水微生物水平，调整出水次氯酸钠的投加量，以保证各污水处理单元的高效运转。对水质，尤其是余氯、大肠杆菌等指标进行监控。同时，增强对污泥的消毒处理，阻断病毒通过污泥再次回归自然环境的可能性。

该污水处理厂在 2020 年第一季度，总进水量超 1360 万吨，日均处理水量达到 14.9 万吨。经过处理的再生水，可以用于河道补水、市政灌溉、电厂冷却等。

#### 4.2. 主要污水处理工艺

露天的深池曝气会产生大量臭气，对污水厂周边影响较大。通州区新建成的该污水处理厂采用了全

地埋式，并设置臭气收集净化系统。其污水处理工艺为：多级(三级) AO + 二沉池 + 高效沉淀池 + 膜滤池 + 紫外线消毒处理工艺[13]。作为新兴的高效污水处理工艺，多级 AO 工艺能提升对  $\text{NH}_3\text{-N}$  的去除效果[14]。生化池划分为三级六段，缺氧段进行反硝化脱氮，好氧段进行硝化作用，降解 BOD 和 COD。相较于单一进水，分段进水各段的污泥负荷基本相同，进水污染物浓度变化对系统的冲击降低，从而使得系统运行更加稳定。

## 5. 通州区水体污染与治理现状

### 5.1. 水质及污染物排放情况

截止至 2018 年底，通州区 55 个水质监测断面中，满足 IV 类水质要求的断面有 4 个，满足 V 类水质要求的断面有 3 个，其余均不达标。9 个国控市控断面中，只有 3 个断面达到了规定年限的 V 类水质标准，2 个断面未达到规定达标年限为 2020 年的 IV 类水标准，1 个断面未达到规定达标年限为 2020 年的 V 类水标准。2020 年通州区均值水质有 3 个断面达到 IV 类，3 个断面达到 V 类，1 个断面仍为劣 V 类。虽然通州区的水环境治理在推进，但水质达标状况不容乐观。

通州区 2018 年的废水排放总量为 20,685.36 万吨，COD 排放 20,404.68 吨、氨氮排放 1694.17 吨、总磷排放 234.69 吨[15]。其中，工业源和农业种植面源占比较小，大部分地区以城镇生活源为主要污染来源。潮白河、凤河、港沟河和凤港减河流域，禽养殖业的污染排放对 COD 和总磷贡献较大，是这四个子流域的主要贡献来源。城镇生活源分别占 COD、氨氮和总磷污染物排放总量的 48.88%、65.16% 和 45.39%，是这三类水体污染物的主要组成部分，城市径流次之，农村生活源占比最小。畜禽养殖业在 COD 和总磷污染物当中占比较大，分别占到了 23.37% 和 32.93%。

### 5.2. 水体环境的主要问题

通州区水质污染问题较为严重，上游地区污染超标，部分入境断面的水质为劣 V 类，重要的干支流水质超标。具体流域如萧太后河、凉水河等，水质达标的任务还很艰巨。城镇生活污水在污染物排放总量的占比大，城市径流存在面源污染，这对水体环境质量影响较大。部分地区的畜禽养殖业污染严重，从而影响了潮白河、港沟河、凤河等流域水质。此外，对水体氨氮排放的污染治理仍需进一步加强。

## 6. 建议措施与未来发展方向

### 6.1. 建立节水型社会，增强用水定额管理

以水定地、以水定人、以水定产，是城市发展的要求。建议对通州区的用水总量加以控制，提升行业用水效率，增强用水限额管理，并通过百姓喜闻乐见的方式宣传以增强节水意识，建立节水型社会并实现其精细化和科学化管理。

### 6.2. 研发水处理技术和再生水利用设施，开展雨污合流改造

Bauer 等[16]提出了工业废水再利用以增加缺水地区水资源。首都副中心在水处理技术和再生水利用方面，还有很大发展空间。建议加强农村水处理建设，开展雨污合流管线改造，参考海绵城市，完善合流溢流污水、初期雨水调蓄设施的建设。

### 6.3. 推进污泥资源化处置，可考虑园林绿化

随着通州区污水处理厂数量的增加，产生的剩余污泥也在增加。污水中有 30%~50% 的污染物富集在污泥中，若污染物随着污泥重新回到环境中，将会造成严重的二次污染。研究表明污泥堆肥可大幅提高

土壤中有机的含量, 促进植物生长, 但剩余污泥中较多的重金属元素会干扰植物的正常生理过程[17]。因此, 对于污泥资源化处理处置还有待探索和加强。

#### 6.4. 建立节水型社会, 增强用水定额管理

开展基于数学模型的城市水资源优化研究, 具有一定的指导意义和广阔的应用前景。为提高水资源利用效率, Yang 等[18]进行了污水处理与供水效率的相关性分析。张田媛等[19]构建建立了清水与再生水协同利用的供水系统优化模型。通过建立数学模型, 可以为解决通州区水资源短缺问题、水资源的合理分配与调度, 探索出一条新路径。

### 7. 结语

1) 首都副中心的水量长期供不应求, 早期不当操作使地下水开采超标。随着通州区水厂的建设, 水资源紧缺的现象正在改善。近两年的水源水质达标率为 100%, 饮用水供水质量有一定保障。

2) 首都副中心曾经存在污水处理厂附近臭味较大的问题, 升级改造为地下式污水处理后, 日污水处理量得到提升, 臭味现象已消除。

3) 首都副中心存在入境断面水质污染超标的现象, 局部地区的畜禽养殖业水体污染严重, 影响了潮白河等流域水质, 对于水体污染的治理仍需加强。

4) 建议引入水资源模型并提高预测的精度, 助力水资源的保护与合理利用。

### 参考文献

- [1] 北京市水务局. 北京市水资源公报(2019 年度) [N]. 2020-09-18.
- [2] 王红瑞, 高媛媛, 董艳艳, 刘琼. WRAP 水权分析模型及其应用[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2010, 42(2): 1-8.
- [3] 高晓龙, 马东春, 王宇欣. 通州区节水型社会建设现状及对策建议[J]. 水利经济, 2017, 35(1): 51-54, 77-78.
- [4] 张秀捷. 北运河通州城区段水质净化研究与示范[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- [5] 温煦, 王腾飞. 通州区近 40 年气候变化特征分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(5): 2168-2171.
- [6] 曹岳. 北京市通州区水资源可持续利用的思考[J]. 节水灌溉, 2002(5): 39-40.
- [7] 高飞, 王会肖, 刘昌明. 2001-2015 年北京市地下水资源承载力变化特征分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(7): 1088-1096.
- [8] 朱静思, 王哲, 厉治平. 京津冀超采治理区地下水位预警研究[J]. 水利规划与设计, 2020(9): 13-15, 113.
- [9] 左斌斌, 徐宗学, 任梅芳, 李鹏. 北京市通州区 1966-2016 年降水特性研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2019, 55(5): 556-563.
- [10] 中华人民共和国卫生部, 建设部, 水利部, 国土资源部, 国家环境保护总局. GB5749-2006. 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [11] 中华人民共和国国土资源部, 水利部. GB/T14848-2017. 地下水质量标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [12] 北京市环境保护局, 北京市水务局. DB11/890-2012. 城镇污水处理厂水污染物排放标准[S]. 北京: 北京市环境保护局, 2013.
- [13] 董洋, 汪德金, 余波. 多级 AO 工艺用于全地下式北京碧水污水处理厂升级改造[J]. 中国给水排水, 2018, 34(2): 59-62.
- [14] 龚正, 龙腾锐, 曹艳晓, 傅婵媛. 分点进水 A/O 工艺处理低碳源生活污水的脱氮性能研究[J]. 环境工程学报, 2011, 5(1): 85-89.
- [15] 北京市通州区环保局. 关于《通州区水环境质量限期达标规划(2018-2020)》的解读说明[N]. 2018-12-29.
- [16] Bauer, S., Joachim Linke, H. and Wagner, M. (2020) Combining Industrial and Urban Water-Reuse Concepts for Increasing the Water Resources in Water-Scarce Regions. *Water Environment Research*, **92**, 1027-1041. <https://doi.org/10.1002/wer.1298>
- [17] Jakubus, M. and Graczyk, M. (2020) Assessment of Chemical Composition of Plants Cultivated on Two Different

- Soils Amended with Sewage Sludge Compost Using MANOVA. *Journal of Plant Nutrition*, **43**, 2176-2185.  
<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1766064>
- [18] Yang, J., Liu, X., Ying, L., Chen, X. and Li, M. (2020) Correlation Analysis of Environmental Treatment, Sewage Treatment and Water Supply Efficiency in China. *Science of the Total Environment*, **708**, Article ID: 135128.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135128>
- [19] 张田媛, 谭倩, 王淑萍. 北京市清水与再生水协同利用优化模型[J]. 环境科学, 2019, 40(7): 3223-3232.