

江苏省典型中小城市常州市需水量 变化规律及论证

潘 茹¹, 陈 丹¹, 贺阳颖¹, 徐 乾²

(1. 常州市水资源服务中心, 江苏 常州 213000; 2. 常州市河道湖泊管理处, 江苏 常州 213000)

摘要:为保证节水规划与需水量的平衡,综合考虑城市特点进行需水量动态分析是十分必要的。基于常州市相关城市建设规划内容,通过对其节水潜力及社会经济指标的分析,明确需水量预测背景条件及定额;分别选用分类与分项用地指标法进行城市需水分析,论证相应节水规划及需水结构的合理性。研究可知,预测结果论证了常州市到近期(2035)、远期(2050)规划年农业及农村生活用水量在逐年减少,工业及城镇生活用水量在逐年增加,与其城市规划建设发展趋势一致。在需水量分析中的各类定额选用,可为江苏省典型中小城市相关规划分析提供参考。

关键词:节水规划;需水预测;分类指标法;分项用地指标法

中图分类号:TV212.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7839(2022)01-0014-05

Change law and demonstration of water demand in Changzhou City, a typical small and medium-sized city in Jiangsu Province

PAN Ru¹, CHEN Dan¹, HE Yangying¹, XU Qian²

(1. *Changzhou Water Resources Service Center, Changzhou, 213000, China;*

2. *Changzhou River and Lake Administration Office, Changzhou 213000, China*)

Abstract: In order to ensure the balance between water-saving planning and water demand, it is necessary to make dynamic analysis of water demand with comprehensive consideration of urban characteristics. Based on the relevant urban construction planning content of Changzhou and the analysis of its water-saving potential and social and economic indicators, the background conditions and quota of water demand prediction are defined. The classification index method and classification of land use index method are used to analyze the urban water demand, and the rationality of the corresponding water-saving planning and water demand structure was demonstrated. According to the research, the forecast results demonstrate that in the near term (2035) and long-term (2050) planning years, the agricultural and rural water consumption in Changzhou will decrease year by year, while the industrial and urban water consumption will increase year by year, which is consistent with the development trend of urban planning and construction. The selection of various quotas in the analysis of water demand can provide references for the related planning analysis of typical small and medium-sized cities in Jiangsu Province.

Key words: water-saving planning; water demand prediction; classification index method; classification of land use index method

收稿日期:2021-05-17

基金项目:江苏省水利科技项目(2020066)

作者简介:潘茹(1986—),女,工程师,本科,主要从事城市水资源管理用水统计、等工作。E-mail:1325433934@qq.com

随着人们节水、生态、可持续发展意识的加强,城镇的建设规划中也逐年推进相关节约用水、生态调控、重点保护等方面工作^[1-3]。如水资源丰富的常州市,通过优化产业结构,严格把控涉水项目管理,科学分析用需水平衡,明确涉水定额等措施,被评为“国家节水型城市”^[4-5]。尤其在企业用水量控制方面,应保持逐年减少趋势,并由地区生产总值或增长值不高于规划目标值为控制依据。同时结合科技技术和管网规划科学调整使得农田灌溉用水效率逐步提高。中小城市可通过推进节水制度、严格用水管理、强化用水监督、提升管理水平等措施,节水管理能力得到全面加强^[6-8]。水利信息化建设全面提速,为重要河湖控制断面取水、供水、用水、纳污管理提供了基础信息支撑^[9]。定期分区、分重点开展监测并发布通报,通过节水灌溉、节水减排、节水器具改造等措施,不断完善节水工程设施,加强农田灌溉设施改建^[10-12]。通过贯彻落实最严格水资源管理制度、完善节水机构、加大节水投入力度、普及节水宣传、开发节水管理信息系统等措施,不断提升节水保障能力^[13]。为达到上述建设目标,分析指标中具有中小城市特色的相关定额的选用是关键。

本文通过对常州市目前节水潜力及社会经济能力进行分析,分别选用分类和分项用地两种分析方法进行需水量预测分析,提出一套适用于江苏省中小城市需水分析的定额指标,分析并论证需水总量和用水效率指标的科学性,为江苏省中小城市节水政策实施提供科学依据。

1 常州市节水能力分析

1.1 节水潜力

(1) 城镇生活节水潜力

基于城镇用水规划的长期建设,地下管网的分布也在逐渐完善,节水措施主要体现在管网升级改造方面;通过政府的大力节水宣传,居民意识普遍提高,推进节水新技术的应用及推广^[14]。据不完全统计,常州市在用供水管网待升级改造的约为10%,居民节水知识宣传地区高达95%,但在重复利用方面效率较差。对比先进地区城市管网改造目标不超过6%,常州市城镇生活节水建设仍具有一定潜力。

(2) 农业节水潜力

江苏省中小城市农作物耕作现状仍以水稻种植为主,其灌溉水量占农业灌溉总水量比重较大。

因此,一方面须做好水稻种植节水灌溉工作,另一方面重新增大耐旱经济作物比重,以最大限度减少水稻灌溉用水量。参照2019年常州市农田灌溉水有效利用系数为0.65,期望至2020年、2035年、2050年,其系数能相应提高至0.68、0.71、0.72,可见,常州市农业用水方面仍有一定节水空间。

(3) 工业用水潜力

根据国家工业发展动向,常州市建设了一批工业园区,使得取水相对集中,取水规模增大。企业发展也增加机械、化工、纺织等方向的建设,参考2019年常州市工业用水量约12.16 m³/万元,其重复利用率平均为80%。因此常州市可通过更新低水耗节水设施,快速有效地提高二次水利用率等指标。

1.2 社会经济指标分析

(1) 人口发展指标

常州市2019年常住人口约470万,2020年常住人口增加约30万,2035年常州市常住人口将达到650万,其中常武地区、金坛区、溧阳市常住人口分别将达到479万、78万、93万,2050年常州市常住人口将达到892万,其中常武地区、金坛区、溧阳市常住人口分别将达到657万、107万、128万。2020年至2035年是人口农村转城镇的关键时段,城镇人口占比可达到93%,之后将趋于稳定(图1)。基于上述人口数量分析,可进一步进行需水预测分析。

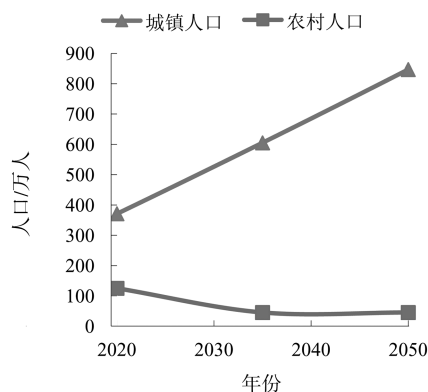


图1 常州市人口规模图

(2) 经济发展指标

常州市产业调整方向为:高新技术类成为主要发展产业,重视专业化人才引进,提高战略合作,构建新型现代产业体系。实现新技术应用的现代化农业,实现龙头企业和中小企业有机整合,制造型企业和服务型企业专业分工,价值链向中高端攀升。2019年,常州市区域生产总值约为7440亿元,其中新兴服务业约占50%,专业类工业约占48%。

(3) 土地空间优化

在遵循可持续发展原则基础上,土地空间建设仍有一定优化空间^[15]。明确生态保留范围,细化区块功能,统筹海陆空开发规划,保证基本农田等。2019 年,常州市实现扩建绿地约 500 万 m²,市区绿化覆盖率约为 43%,同时保证约 20% 的生态范围。未来城镇化进程进一步扩大,农田灌溉面积会具有微量减少趋势,但需要继续保护基本耕地保有量。

2 基于分类指标法的需水分析

2.1 生活需水预测

根据江苏省中小城市的人口数量、各行业收入、当地用水情况等,基于已制定现有城镇用水标准、《室外给水设计规范》(GB 50013-2006)、《村镇供水工程技术规范》(SL310-2004)中相关用水定额,提出居民生活用水定额见表 1。根据城镇及农村用水特点,以及常州市现状与未来发展情况,提出按公式(1)进行规划年需水量分析(图 2)。可见城镇居民用水量逐年上升,30 年上涨约为 100%;农村居民用水量逐年下降,30 年下降约为 90%。

$$W_{\text{生}} = \frac{Q_{\text{生}} \times N \times T}{1000} \quad (1)$$

式中: $W_{\text{生}}$ 为城镇或农村居民生活用水量,m³; $Q_{\text{生}}$ 为城镇或农村居民用水定额,L/(人·d); N 为城镇或农村居民人口总数,人; T 为计量时间,d。

表 1 常州市居民生活用水定额 单位:L/(人·d)

水平年	城镇			农村		
	市区	金坛	溧阳	市区	金坛	溧阳
2020	155	135	145	145	135	120
2035	160	140	150	150	140	135
2050	165	145	155	155	145	140

2.2 农业需水预测

农业用水主要集中在灌溉和林牧渔畜业^[16],参考《江苏省灌溉用水定额》(2015 年版),根据地域植被特色及灌溉习惯,其用水定额见表 2,农田灌溉及林牧渔业用水量预测采用公式(2),牲畜用水量预测采用公式(3)。考虑到基本农田保护政策,农田灌溉面积相对于植被比例分布较稳定,故预测中植被比例假设与现状比例相同,重点考虑灌溉节水工程对需水的影响,确定 2020 年、2035 年、2050 年农田灌溉水有效利用系数分别为 0.68、0.71、0.72。

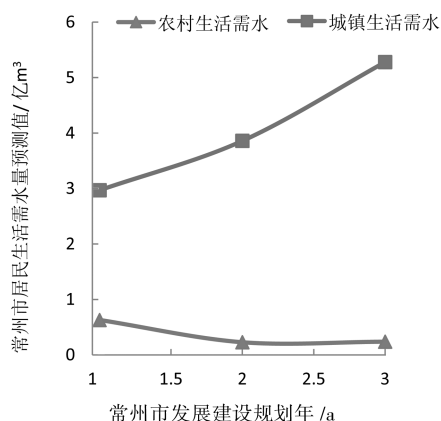


图 2 常州市居民生活需水量分析

渔业需水多为鱼塘换水及补水措施,可通过养殖面积体现其需水量变化,具体预测结果见图 3。可知 30 年后非灌溉农业用水量由 10.25 亿 m³ 减少至 7.17 亿 m³,农田浇灌需水量由 7.65 亿 m³ 减少至 6.49 亿 m³,非灌溉农业需水量降低较多,而农田浇灌需水量变化相对较稳定。

$$W = Q \times A \quad (2)$$

式中: W 为主要灌溉作物及苗木、花卉、林地等用水量,m³; Q 为主要灌溉作物及苗木、花卉、林地等用水定额,m³/hm²; A 为主要灌溉作物及苗木、花卉、林地等灌溉面积,hm²。

$$W_{\text{牲畜}} = \frac{1}{1000} \sum q_i n_i t \quad (3)$$

式中: $W_{\text{牲畜}}$ 为牲畜用水量,m³; q_i 为某种牲畜用水定额,L/(只或头·d); n_i 为某种牲畜数量,只或头; t 为计算时间,d。

表 2 常州市不同作物净灌溉定额 单位:m³/hm²

频率	行政区划	水稻	小麦	玉米	瓜果	叶菜	油料
多年平均	常武地区	6282	0	585	1334	900	0
	金坛	6177	0	585	1334	900	0
	溧阳	5337	0	645	1439	900	0
75%	常武地区	7181	525	735	2279	1799	510
	金坛	7061	525	735	2264	1799	510
	溧阳	6102	525	810	2444	1799	510
95%	常武地区	8981	990	1109	2849	1874	1124
	金坛	8816	990	1109	2834	1874	1124
	溧阳	7616	1079	1214	3058	1919	1214

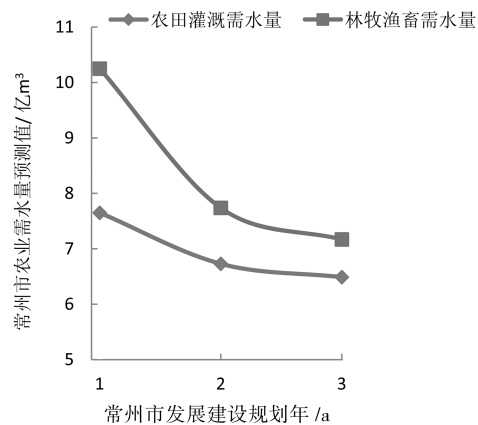


图3 常州市农业需水量分析

2.3 工业需水预测

工业用水通常与生产产品种类、生产线、机械技术等相关。考虑到金坛区、溧阳市火电工业较少,在各规划年中取值均为 0。本次工业需水预测主要为一般工业和电力工业用水量,具体按照式(4)计算,工业需水量预测值变化规律详见图 4。

$$W_{\text{工}} = Q_{\text{工}} \times M \tag{4}$$

式中: $W_{\text{工}}$ 为一般工业用水量, m^3 ; $Q_{\text{工}}$ 为一般工业用水定额, $\text{m}^3/\text{万元}$; M 为一般工业增加值,万元。

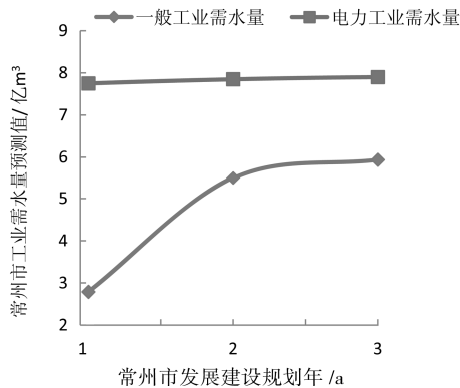


图4 常州市工业需水量分析图

2.4 第三产业和生态需水预测

这里第三产业主要指服务业及其产品,需水预测同样适用于式(1)。可得到 2020 年、2035 年、2050 年常州市第三产业需水量分别为1.52 亿 m^3 、2.34 亿 m^3 、2.67 亿 m^3 。其逐年增加的变化规律,与城市发展规划中服务业占比的逐年增加一致。生态用水主要是植被及市容养护所需用水,可通过浇洒城市道路广场、绿化等用量体现。参考《室外给水设计规范》(GB 50013-2006),城镇绿化用水定额为 $1.0 \sim 3.0 \text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$,综合考虑常州市降雨日数、园林绿化频次、季节等因素,拟定园林绿化用水定额:第一季度、第四季度为 $1.0 \text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$,第二季

度、第三季度为 $2.0 \text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。预测可得 2020 年、2035 年、2050 年,常州市城镇生态需水量为 0.71 亿 m^3 、0.76 亿 m^3 、0.79 亿 m^3 。

2.5 分类指标法需水预测小结

常州市河道内生态需水由天然流量来补足,不参与供需平衡分析,故需水预测仅对河道外经济社会用水进行汇总。可得预测到 2020 年、2035 年、2050 年,常州市多年平均需水总量为 27.35 亿 m^3 、28.44 亿 m^3 、28.86 亿 m^3 。因此,需水量是随着人口和经济的增长而变化的,相关用水控制指标也应随之动态调整。

3 基于分项用地指标法的需水分析

常州市 2020 年城市建设规划用地约 690 km^2 。其中产业用地约 220 km^2 ,居住用地约 240 km^2 ,服务、科创、绿地、物流等用地占比也有增加。综合判断常州市经济、规模、地理位置、发挥作用等因素,可确定常州市属于一区中、小城市。其中常州市常武地区属于大城市,金坛、溧阳属于中小城市,本次需水预测采用需水指标最大值,并选取日变化系数分别为 1.4,常州市用地指标计算得出规划用地需水总量如表 3 所示。考虑常州全市农村生活及农业生产用地规划相对稳定,其需水量单独采用分类指标法计算为 8.28 亿 m^3 。综上所述,统计得到 2020 年该市多年平均需水总量为 28.51 亿 m^3 。与采用分类指标法所得 27.35 亿 m^3 较为接近,相对误差率仅为 4.1%。

表 3 常州市规划城市建设用地需水统计(2020 年)

序号	用地名称	面积/ 万 m^2	用水量指 标/[万 $\text{m}^3 \cdot$ ($\text{km}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)]	需水量/ 亿 m^3
1	产业功能区	22214	1.3	10.20
2	公共管理与服务区	2629	1.0	0.96
3	公用设施	261	0.5	0.05
4	商业服务业区	4541	2.0	3.32
5	商住混合区	3525	1.2	1.55
6	居住生活区	24184	1.2	10.01
7	物流区	870	0.5	0.16
8	科创研发区	1518	1.0	0.56

(续表 3)

序号	用地名称	面积/ 万 m ²	用水量指 标/[万 m ³ · (km ⁻² ·d ⁻¹)]	需水量/ 亿 m ³
9	绿地	8994	0.2	0.66
10	道路	7864	0.3	0.86
合计		68736		28.33
考虑日变化系数 1.4 后合计				20.23

4 需水结构合理性分析

分别统计各规划年用水量占比可知(图 5),常州市工业用水量占比高达 40% 以上,其次是城镇生活用水与农田灌溉用水,与重工业城市特点相一致。并随着城镇建设发展,相应城镇生活用水逐年增加,农村生活用水逐年减少。这与国家提出“农负、工增、生活适度”的用水调整方向基本一致,可见,常州市规划年用水量及其需水结构是较为合理的。

5 结 语

(1)采用工业、城镇生活、农村生活、林牧渔畜、农田灌溉等分类对中小城市用水量进行分析是较为合理的。

(2)国家提出的“农负、工增、生活适度”的用水调整方案,是适用于类似常州市及以重工业为主导的工业型城镇的。随着农村人口的减少,用水由农业向工业或其他产业转型是合理可行的。与本次需水预测结果变化规律相一致。

(3)需水量预测与产业结构、人口增长速度、科技创新能力等相互影响,应随时根据城市发展现状进行动态预测分析,使预测结果不断完善。

参考文献:

- [1] 石磊. Elman 模型在辽河平原农业灌区节水潜力分析中的应用[J]. 水利技术监督, 2021(1):67-69.
- [2] 李方平, 邓瑞, 王孟, 等. 我国水利水电工程施工节水现状分析及对策研究[J]. 水利水电快报, 2020, 41(12):63-67.
- [3] 黄芬. 水利节水规划要点控制分析[J]. 智能城市, 2020, 6(16):163-164.
- [4] 高勤, 王海波, 高松泰. 盐城市区供水安全与保障措施研究[J]. 江苏水利, 2017(11):40-43.

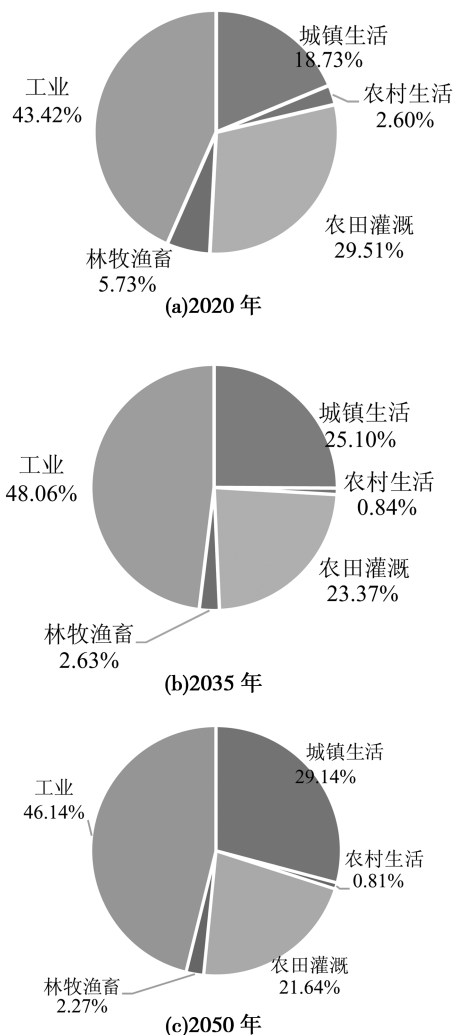


图 5 常州市各规划年需水量结构

- [5] 李晓丽. 达坂城区灌区管理工作分析与研究[J]. 广西水利水电, 2021(2):112-115.
- [6] 杨静. 深入贯彻新发展理念, 水利部将采取 4 项举措推动水资源集约安全利用[J]. 水利建设与管理, 2021, 41(4):6.
- [7] 杨玉霞. 加强水资源监管 提高管理水平[J]. 农业科技与信息, 2020(18):67-68.
- [8] 赵光有. 最严格水资源管理背景下灌区发展的困境及改进措施探讨[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2020, 32(5):38-41.
- [9] 张悦, 汪姗, 张磊. 江苏省溧阳市需水预测分析[J]. 人民长江, 2020, 51(增刊1):87-91, 119.
- [10] 杜芙蓉. 加强节约用水管理, 推进节水型社会建设[J]. 江苏水利, 2015(4):50.
- [11] 单义明, 杨侃. 基于灰色关联度分析的山西省 PSO-SVR 需水量预测模型[J]. 水电能源科学, 2021, 39(2):18-21.

(下转第 39 页)

合的洪水演进模型,经验证,与历史洪涝拟合较好,用于洪涝风险模拟计算和预报预警是适宜的。

(2)采用纯 B/S 架构,与传统的基于 C/S 或者 B/S 与 C/S 相结合的架构相比,其优点体现在:①系统通用性、兼容性、可移植性好;②系统模块化、结构化,可扩充性强;③客户端不需布置系统及相关软件,利用授权的登录密码可以通过网络访问,远程操控系统运行,系统布置和后期维护费用低;④系统操作性强、界面简洁,适用于基层水利工作人员。

(3)基于 WebGIS 技术,依托洪水信息库与模型开发了洪涝风险预报预警系统,可对白马湖片未来 3 d 内洪涝风险进行模拟计算,实现了远程驱动、实时计算和预报预警功能,操作过程与风险查询均为可视化展示,有助于决策者快速、准确地预估洪水风险,合理制定避洪策略。研究证明,WebGIS 是一种高效的数据管理和分析手段,在防灾减灾、洪水预报预警等方面具有良好的应用前景。今后在系

统应用过程中,应根据实测成果,进一步验证、修改、完善和提升本系统。

参考文献:

- [1] 叶青. 城市暴雨内涝气象监测预警系统的设计与实现[D]. 西安:电子科技大学, 2012.
 - [2] 刘恒. 中小型水库防洪减灾预报预警关键技术研究[J]. 人民黄河, 2015, 37(7):37-40.
 - [3] 徐帮树, 贾超, 王育奎, 等. 城市防汛预警决策支持系统研究及应用[J]. 山东大学学报(工学版), 2011, 41(2):167-172.
 - [4] 贾超, 徐帮树, 韩永军, 等. 济南城市防汛预警决策支持系统研究[J]. 中国水利, 2010(5):42-44.
 - [5] 陈志伯. 数据库原理及应用教程[M]. 3 版. 北京:人民邮电出版社, 2014.
 - [6] 杨丹, 宋英华, 洪志坤, 等. 洪涝灾害数据可视化预警系统研究[J]. 中国安全科学学报, 2016, 26(5):158-163.
-
- (上接第 18 页)
- [12] 易彬, 陈璐, 路岚青, 等. 珠江上中游社会-水文多因素的系统动力学生活需水预测[J]. 中国农村水利水电, 2020(11):35-41.
 - [13] 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.
 - [14] 管桂玲, 卢发周, 果利娟, 等. 基于组合预测法的城市需水预测[J]. 江苏水利, 2019(3):6-8, 16.
 - [15] 崔惠敏. 基于多目标规划的城市水资源优化配置研究[D]. 西安:西安理工大学, 2020.
 - [16] 刘学红, 陈智乾. 节水优先视角下的城市节约用水规划要点——以东台为例[J]. 城镇供水, 2018(1):60-65, 10.