

南京市本地地表水可用水量统计分析

蒋燕华¹, 周 毅², 陈 霞², 刘雨桐³, 张 游², 管 潇⁴

(1. 江苏省水利工程规划办公室, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省水利数字中心, 江苏 南京 210012;
3. 河海大学 水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 4. 江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029)

摘要:采用 1956—2022 年超长系列资料, 以 33 个雨量站和 3 个蒸发站数据为基础, 对南京市各行政区逐年年降水量和蒸发量进行统计、计算和分析。在各单站数据统计分析基础上, 采用算术平均法计算单元降水量和蒸发量, 再采用面积加权法计算各级水资源分区相关数据; 按产流特点将计算单元下垫面划分不同类型, 分别对城镇建设用地、旱地、水田、水面进行产流分析, 根据不同下垫面的产流特点, 确定不同产流计算方法及计算参数, 明确各分区不同水平年、不同来水频率下的地表水水资源量, 从而进一步确定南京市各行政区的本地地表水可用水量。

关键词:地表水; 可用水量; 南京市

中图分类号: TV21

文献标识码: A

文章编号: 1007-7839(2024)09-0005-0004

Statistical analysis of available surface water quantity in Nanjing City

JIANG Yanhua¹, ZHOU Yi², CHEN Xia², LIU Yutong³, ZHANG You², GUAN Xiao⁴

(1. Jiangsu Water Conservancy Project Planning Office, Nanjing 210029, China;

2. Jiangsu Provincial Water Conservation Digital Center, Nanjing 210012, China;

3. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;

4. Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210029, China)

Abstract: Using a super long series data from 1956 to 2022, based on the data from 33 rainfall stations and 3 evaporation stations, the annual precipitation and evaporation in each administrative region in Nanjing were counted, calculated and analyzed. On the basis of statistical analysis of data from each single station, the arithmetic mean method is used to calculate the unit precipitation and evaporation, and then the area weighting method is used to calculate the water resource zoning of counties, cities, and administrative regions at all levels; Divide the underlying surface of the calculation unit into different types according to the runoff characteristics, and conduct runoff analysis on urban construction land, dry land, paddy fields, and water surfaces. Based on the runoff characteristics of different underlying surfaces, different runoff calculation methods and parameters are determined, the surface water resources under different horizontal years and inflow frequencies in each zone are clarified, and the available water quantity of local surface water in each administrative region of Nanjing is further determined.

Key words: surface water; available water quantity; Nanjing City

收稿日期: 2024-05-20

基金项目: 江苏省水利科技项目(2021043); 江苏省级农业(水利)科技创新与推广资金项目(2021 年)

作者简介: 蒋燕华(1979—), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事水利规划与设计研究工作。E-mail: 1912150@qq.com

通信作者: 陈霞(1979—), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事水文水资源研究工作。E-mail: mirandacxxc@126.com

1 概 况

南京市位于长江下游中部地区,跨江而踞,北连辽阔的淮河平原,东接富饶的太湖水网,南望逶迤的皖南山区,四季分明,雨水充沛,降水变化明显^[1]。南京境内湖泊、水库棋布,河流众多,境内水系分别属于长江、淮河、太湖三大水系,其中长江水系覆盖了南京市的大部分地区,淮河、太湖水系面积较小。其中,长江水系按河道特征又可细分为4条子水系,自南向北依次是水阳江水系、秦淮河水系、长江南京段干流和滁河水系。

南京市作为我国长三角地区的重要城市^[2],是江苏省内唯一跨江布局的城市^[3],研究其本地地表水资源在江苏省的水资源合理规划及调配中有着重要意义。不仅如此,为促进城市发展与水资源条件相适应,以水资源可持续利用保障经济社会可持续发展,进一步约束城市用水行为,分析可用水量至关重要,其中本地地表水可用水量确定占据重要一环,可为水利规划及城市发展等提供参考。

2 本地地表水可用水量

根据《江苏省可用水量确定技术大纲(试行)》,本地地表水可用水量可以采用折算系数估算法进行分析确定,即 $W_{\text{本地地表水可用水量}}=W_{\text{本地地表水资源量}}\times\text{折算系数}$ 。

2.1 本地地表水资源量

对于某个市域评价单元,流域(或水系)的本地地表水资源量可采用相应计算方法得出^[4]。

2.1.1 降水量

采用1956—2022年系列,选取33个雨量站,对南京市各行政区逐年年降水量进行统计。在各单站降水量统计分析基础上,计算单元降水量采用算术平均法,再采用面积加权法计算各行政区水资源分区。南京市各区面平均雨量特征值统计见表1。

2.1.2 蒸发量

采用1956—2022年系列,选取3个蒸发站(杨家湾闸、葛塘、东山站),对南京市各行政区逐年年蒸发量进行统计。在各单站蒸发量统计分析基础上,计算单元蒸发量采用算术平均法,再采用面积加权法计算各行政区水资源分区。南京市各区面平均蒸发量特征值统计见表2。

2.1.3 地表水资源量计算

地表水资源量是指河流、湖泊、冰川等地表水体中由当地降水形成的、可以逐年更新的动态水量,用天然河川径流量表示^[5]。

针对区域径流资料不足、河道纵横交错的实际情况,按产流特点将计算单元下垫面划分不同类型,分别对城镇建设用地、旱地、水田、水面进行产流分析,根据不同下垫面的产流特点,确定不同产流计算方法及计算参数^[6]。城镇建设用地产流计算采用扣除初损并结合径流系数法,旱地产流采用次降雨径流相关法,水田产流是以水稻不同生长期的水稻田水深下限、水稻田适宜水深、水稻田雨后最大允许水深为控制,按照水量平衡原理通过水量调节计算来确定的。

城镇建设用地、水域、水田产流模型中的计算参数以实验资料成果或以经验值代替。旱地产流

表1 南京市面平均雨量特征值统计

区域	2022年/mm	均值/mm	最大值/mm	最大值年份	最小值/mm	最小值年份
玄武区	883.3	1 081.4	1 903.1	1991	482.3	1978
秦淮区	883.3	1 081.4	1 903.1	1991	482.3	1978
建邺区	859.8	1 096.4	1 812.8	2016	466.5	1978
鼓楼区	887.4	1 106.9	1 774.3	1991	448.0	1978
栖霞区	783.7	1 054.7	1 850.6	2016	534.9	1978
雨花台区	855.7	1 064.3	1 888.4	1991	499.3	1978
浦口区	804.8	1 090.1	1 748.9	2016	514.4	1978
六合区	793.2	1 016.1	1 763.7	1991	556.3	1978
江宁区	839.6	1 050.9	1 890.0	1991	419.7	1978
溧水区	951.6	1 134.8	2 207.2	1991	556.1	1978
高淳区	1 273.3	1 201.7	2 365.5	1991	606.3	1978
南京市	893.2	1 082.6	1 892.3	1991	518.2	1978

表2 南京市面平均蒸发量特征值统计

区域	2022年/mm	均值/mm	最大值/mm	最大值年份	最小值/mm	最小值年份
玄武区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
秦淮区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
建邺区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
鼓楼区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
栖霞区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
雨花台区	1 086.5	1 054.9	1 888.4	1991	499.3	1978
浦口区	1 085.8	915.5	1 277.4	1968	616.9	2014
六合区	1 085.8	915.5	1 277.4	1968	616.9	2014
江宁区	1 087.1	934.1	1 196.1	1962	734.8	1985
溧水区	1 109.9	945.9	1 201.8	1966	771.0	2014
高淳区	1 132.6	956.2	1 294.8	1966	750.3	1993
南京市	1 100.4	932.2	1 205.6	1966	706.3	2014

可针对省内可率定降雨径流关系的区域建立旱地产流模型,将模型计算的旱地地表水资源量与实测资料相互对比,对参数进行检验和优选^[7]。4种下垫面分别用模型计算出相应的地表产水量后,用面积加权法求出计算单元的地表水资源量,通过不同组合和统计,分别计算出各行政区不同分区的地表水资源量。

根据相关资料,可以对各行政区1956—2022年逐年地表水资源量进行统计,从而得到南京市各行政区多年平均地表水资源量。全市地表水资源量一般是根据各行政区成果采用面积加权法计算^[8]。

根据采用的1956—2022年长系列资料进行调节计算,可以得到以行政区域为计算单元的不同水平年、不同保证率下的地表水资源量^[9]。根据频率计算,南京市多年平均地表水资源量为21.91亿m³,50%、75%和95%频率地表水资源量分别为19.74亿m³、13.34亿m³和6.24亿m³。

不同频率的地表水资源量统计见表3,表中 CV 和 CS 是水文频率分析中的相关统计参数,其中,离差系数 CV 是表示系列中的值与均值的相对离散程度的指标,偏差系数 CS 是表示系列中的值偏于均值左右情况的相对指标。

表3 不同频率的地表水资源量统计

行政区	均值/亿m ³	系列长/a	CV	CS/CV	地表水资源量/亿m ³		
					$P=50\%$	$P=75\%$	$P=95\%$
玄武区	0.46	67	0.14	7.0	0.45	0.37	0.20
秦淮区	0.31	67	0.10	7.0	0.31	0.25	0.14
建邺区	0.35	67	0.15	4.0	0.34	0.23	0.07
鼓楼区	0.33	67	0.10	4.0	0.33	0.23	0.14
栖霞区	1.45	67	0.35	3.0	1.36	0.95	0.26
雨花台区	0.53	67	0.20	9.0	0.50	0.37	0.17
浦口区	3.04	67	0.48	2.0	2.81	1.66	0.52
六合区	4.21	67	0.48	1.5	3.97	2.45	0.48
江宁区	4.74	67	0.50	2.0	4.36	3.03	1.00
溧水区	3.48	67	0.48	1.5	3.28	2.13	1.14
高淳区	3.00	67	0.40	3.0	2.77	1.99	0.85
南京市	21.91	67	0.55	2.0	19.74	13.34	6.24

2.2 折算系数

折算系数依据江苏省本地地表水可用水量折算参考系数^[10], $P=50\%$ 及多年平均取0.45, $P=75\%$ 取0.4, $P=95\%$ 取0.3。

2.3 计算结果

南京市各行政区不同频率下的本地地表水可用水量见表4。

3 结 语

本地地表水可用水量计算是确定可用水量中的一项基础工作。本文对于南京市本地地表水可用量的分析计算,是基于区域水资源配置的现状,落实水资源刚性约束相关要求,坚持以水而定、量水而行,防止对水资源的过度开发和无序取用,以及保证水资源的可持续利用以支撑并促进经济社会长期平稳较快发展。而且对收集整理的相关资料进行长系列分析,能更加准确地计算出不同频率下的水资源量,从而对水资源开发利用及合理配置、水利工程规划管理等提供科学依据^[11]。南京市各行政区的本地地表水可用水量计算成果可为当地水资源高效利用和科学管理提供坚实的基础,对于加强南京市各区域水资源保护与管理,实现水资源、水环境、水生态与经济社会的和谐发展也具有一定意义。

参考文献:

[1] 方功先,钟华昱,闻昕. 1951—2020年南京市降水量变化特征分析[J]. 江苏水利,2022(11):50-53.

[2] 秦海旭,段学军,赵海霞,等. 南京市资源环境承载力监测预警研究[J]. 长江流域资源与环境,2020,29(12):2727-2736.

[3] 刘军,居小秋,邹鹏,等. 南京市水环境区域流域生态补偿模式与改进对策研究[J]. 环境与发展,2020,32(2):198-200.

[4] 陈卫东,李一平,孙玮,等. 常州市可用水量核算及优化配置[J]. 水电能源科学,2022,40(3):50-54.

[5] 彭淑娟. 干旱地区典型生态系统水资源评价技术研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.

[6] 万晓凌,毛晓文. 江苏太湖流域降雨径流年际变化分析[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(6):203-205.

[7] 何琴,童建,罗俐雅,等. 秦淮河流域地表水资源量计算分析[J]. 江苏水利,2023(2):41-46.

[8] 程雨菲. 地表水资源量评价方法研究[D]. 济南:山东大学,2019.

[9] 钟华平,王建生,徐澎波,等. 地表水资源可利用量计算原则[J]. 水利水电技术,2004(2):9-11.

[10] 杨柳俊,辛朋磊,夏栩. 通吕运河流域水资源分配探析

表4 不同频率的本地地表水可用水量统计

年型	行政区	地表水资源量/ 亿 m ³	本地地表水可用 水量/亿 m ³
多年 平均	玄武区	0.46	0.21
	秦淮区	0.31	0.14
	建邺区	0.35	0.16
	鼓楼区	0.33	0.15
	栖霞区	1.45	0.65
	雨花台区	0.53	0.24
	浦口区	3.04	1.37
	六合区	4.21	1.89
	江宁区	4.74	2.13
	溧水区	3.48	1.57
	高淳区	3.00	1.35
	全市	21.91	9.86
P=50%	玄武区	0.45	0.20
	秦淮区	0.31	0.14
	建邺区	0.34	0.15
	鼓楼区	0.33	0.15
	栖霞区	1.36	0.61
	雨花台区	0.50	0.23
	浦口区	2.81	1.26
	六合区	3.97	1.79
	江宁区	4.36	1.96
	溧水区	3.28	1.48
	高淳区	2.77	1.25
	全市	19.74	8.88
P=75%	玄武区	0.37	0.15
	秦淮区	0.25	0.10
	建邺区	0.23	0.09
	鼓楼区	0.23	0.09
	栖霞区	0.95	0.38
	雨花台区	0.37	0.15
	浦口区	1.66	0.66
	六合区	2.45	0.98
	江宁区	3.03	1.21
	溧水区	2.13	0.85
	高淳区	1.99	0.80
	全市	13.34	5.34
P=95%	玄武区	0.20	0.06
	秦淮区	0.14	0.04
	建邺区	0.07	0.02
	鼓楼区	0.14	0.04
	栖霞区	0.26	0.08
	雨花台区	0.17	0.05
	浦口区	0.52	0.16
	六合区	0.48	0.14
	江宁区	1.00	0.30
	溧水区	1.14	0.34
	高淳区	0.85	0.26
	全市	6.24	1.87

[J]. 江苏水利,2023(2):1-4.

[11] 钱睿智,王永东,顾春锋. 扬州市过境水资源量分析评价[J]. 治淮,2016(6):14-15.