

无锡市进出水量不平衡量影响因素分析

陈娟, 尤征懿, 朱前维

(江苏省水文水资源勘测局无锡分局, 江苏 无锡 214023)

摘要:根据无锡市进出水量计算成果,分析进出水量不平衡量产生的因素,从提高地表径流计算精度、提高测量精度、合理调整水利工程调度方案等方面提出减少水量平衡误差的对策与措施,提高无锡市水量计算精度,为无锡市水资源的科学开发、高效利用、合理配置提供参考依据。

关键词:水量;不平衡量;影响因素;无锡市

中图分类号:TV85

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)07-0038-04

Analysis on the influencing factors of unbalanced water inflow and outflow in Wuxi

CHEN Juan, YOU Zhengyi, ZHU Qianwei

(Wuxi Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Wuxi 214023, China)

Abstract: According to the calculation results of the inflow and outflow of Wuxi City, the factors causing the unbalanced amount of inflow and outflow were analyzed, and the countermeasures and measures to reduce the error of the water balance were proposed from the aspects of improving the calculation accuracy of surface runoff, improving the measurement accuracy, and rationally adjusting the scheduling scheme of water conservancy projects, which could provide a reference for the scientific development, efficient use and reasonable allocation of water resources in Wuxi City.

Key words: water quantity; unbalanced quantity; influence factor; Wuxi City

水资源公报是推进水资源统一规划和强化水资源管理的一项重要的基础性工作,是加强水资源管理和实行水资源优化配置调度的重要依据,已成为政府宏观决策的科学依据,成为展示水文服务水平的窗口。水资源公报的编制为水资源管理提供了有力的技术支撑,公报编制的精度直接影响了水资源规划和管理的工作,无锡市自1999年编制无锡市水资源公报以来,水量平衡误差越来越大,因此开展水量平衡分析查找误差原因,对提高水资源公报编制精度意义重大^[1]。

江苏省东南部,沪宁铁路中段,东临苏州,南濒太湖,西接常州,北枕长江,有江阴长江大桥与靖江市相连。无锡地形以平原为主,全市总面积4 627 km²,其中水域面积为941 km²,总人口约655万。无锡属亚热带季风海洋性气候,常年主导风为东南风,四季变化分明,气候温和湿润,雨量充沛,无霜期长,热量丰富。全市多年年平均降水量约1 156 mm。降水量年内分布不均,年际变化不均,空间分布存在差异,总体呈南多、北少态势。地表径流的年内分配与降雨相对应,春夏两季多,冬季少。

1 区域概况

无锡市地处长江三角洲江湖间的走廊地带,位于

2 进出水量及水量平衡计算

无锡市区地处太湖流域中部,长江、太湖是本

收稿日期:2020-01-06

作者简介:陈娟(1976—),女,高级工程师,本科,主要从事水文水资源管理分析研究工作。E-mail:785898742@qq.com

市水资源的主要补给源,大运河横贯市区,承接西部常州方向的来水;东部“引江济太”工程由常熟水利枢纽通过望虞河将长江水引入太湖,部分水量通过与望虞河联通的锡北运河、九里河、伯渎港等大小河道进入市区;北部江阴市沿江口门均已建闸控制,未来规划将通过新沟河等工程向无锡市区引水;南部通过梁溪河、直湖港、骂蠡港等河道与太湖交换水量;宜兴地区接西部宜溧山区的来水后,通过南溪河、北溪河等河道排入太湖,太湖高水时则反向倒灌。无锡市进出水量计算主要是通过布设锡澄东西线巡测来控制无锡市出入境水量,锡澄西线位于在锡澄运河西侧,控制上游常州方向进入锡澄地区的来水。锡澄东线(又名望虞河西线)沿望虞河的西侧,控制锡澄地区向东排水量。东、西线之间,北部有沿江小闸巡测线控制长江进出锡澄地区的水量。南部有环太湖巡测线控制锡澄地区进出太湖的水量。

水量平衡计算公式为

$$\Delta E = W_{\lambda} + W_1 + W_2 + R + V_1 - W_{\text{出}} - W_{\text{耗}} - V_2 \quad (1)$$

式中: ΔE 为不平衡量, W_{λ} 为无锡入境水量, W_1 为取长江水量, W_2 为取太湖水量, R 为本地水资源量, $W_{\text{出}}$ 为无锡出境水量, $W_{\text{耗}}$ 为工农业及生活生态取用水量实际消耗量, V_1 、 V_2 为河槽年初、年末蓄量,均为亿 m^3 。

3 无锡市历年进出水量变化情况

无锡市历年进出水量统计见表 1。

表 1 无锡市历年进出水量统计

年份	降水量/mm	地表水资源量/亿 m^3	来水量/亿 m^3	出水量/亿 m^3	不平衡量 ΔE /亿 m^3
2005	1008.4	16.9	109.4	110.1	0.7
2006	1076.9	19.4	103.3	104.0	0.7
2007	1145.4	20.1	114.7	115.0	0.3
2008	1136.1	20.8	110.2	107.8	-2.4
2009	1326.2	25.8	117.0	117.1	0.1
2010	1006.9	22.2	140.4	143.6	3.2
2011	1308.1	31.3	128.1	132.5	4.4
2012	1186.9	22.2	128.3	132.6	4.3
2013	974.0	16.4	108.0	112.4	4.4

2005—2016 年无锡市进出水量变化见图 1。

从表 1、图 1 中可以看出,无锡市出入境水量差值逐年加大,除 2008 年入境水量大于出境水量外,其余年份出境水量均大于入境水量,不平衡量最小为 0.1 亿 m^3 ,至 2016 年不平衡量最大已达 21.0 亿 m^3 。

4 进出水量不平衡量的影响因素

对无锡市近 10 年进出水量计算成果分析,不平衡量产生的主要原因为以下几个方面。

4.1 地表径流计算误差

(1)下垫面变化对地表径流的影响

下垫面变化对产流计算影响较大,随着社会经济的快速发展,无锡市土地利用也发生了巨大的变化,城市耕地面积逐步减少,水田、旱地快速减少,不透水面积迅速增加。无锡市历年耕地面积变化曲线见图 2。

根据图 2 可知,无锡市 2000—2006 年,耕地面积大幅下降,2006—2014 年耕地面积呈平缓趋势,2014 年至今耕地面积又迅速下降,土地利用情况、覆被情况也发生了较大的变化,随着社会经济的发展,无锡农作物耕种更多的已向种植经济作物转变,蔬菜大棚大量使用。2000 年以后,无锡房地产业发展迅猛,建设用地猛增。

城市区域原有的植被绿地等可以对雨洪径流量进行吸收、渗透,城市地表对雨洪径流的自然下渗大大减弱,城市降雨大部分形成了地表径流;硬化地面的急速增加,致使地表的粗糙率减小、径流

(续表 1)

年份	降水量/mm	地表水资源量/亿 m ³	来水量/亿 m ³	出水量/亿 m ³	不平衡量 ΔE /亿 m ³
2014	1241.9	23.5	129.2	138.9	9.7
2015	1640.9	36.8	153.5	167.6	14.1
2016	1999.4	56.2	200.0	221.0	21.0

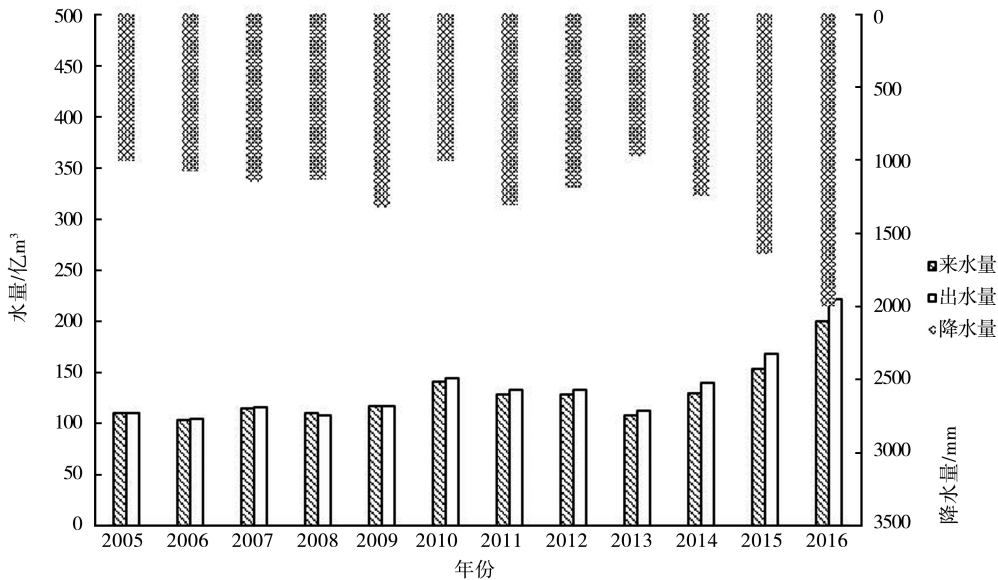


图 1 无锡市历年进出水量与降水量

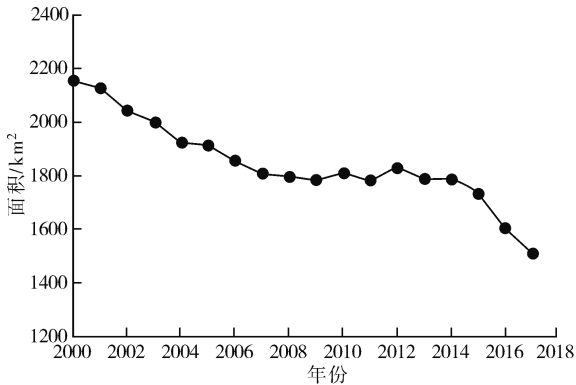


图 2 无锡市历年耕地面积变化曲线

入渗量较少,降雨后地面汇流时间缩短^[2]。土地利用和覆被变化改变了降雨下渗量及地面径流汇流速度,对产汇流特性产生了影响,导致实际径流量远大于计算值。

(2) 水文代表站及计算参数的选择对地表径流量的影响

降雨站点及蒸发站的选定也直接影响了地表水资源量的计算成果,旧的地表水计算公式无法完全匹配下垫面发生巨大变化的状况,应研究新的形势下降雨径流关系和产流模式,制定符合实际情况

的参数并选用合理的水文代表站点。

4.2 水利工程对径流量的影响

2003 年起无锡市为满足防洪需求,率先开始实施运东片城市防洪工程建设,至 2008 年底城市防洪大包围全面建成^[3],利用水利设施,在未降雨时提前降低了城区内部河道水位,缩短了产流时间,增加了径流系数,使得径流量加大。沿湖沿江很多口门建有闸门控制,虽然无锡制定了控制闸门运行规定,但有时调水工程的运行没有按规定进行,造成部分水量未被掌握,从而造成水量的不平衡。

4.3 进出水量巡测测量误差

目前无锡锡澄东西巡测线段全年巡测约 20 次左右,基本按非汛期每月 1 次、汛期每月 2~3 次安排测次。由于巡测路线较长,沿巡测线水流条件不一致,基点站不能完全代表巡测线流量变化情况。锡澄东线北国大桥段临近长江,受沿江闸门潮汐涨落自引长江水影响,基点站和巡测段总流量关系较为散乱。锡澄西线因受梅梁湖、大渲河泵站调水引流顶托影响严重,沙滩桥至新造桥之间的巡测段无合适的基点站。

环太湖巡测线浯溪桥段以浯溪桥为基点站,城

东港桥段以城东港桥为基点站每天测量,利用基点站流量与巡测线段每次巡测的总流量推算该段的逐日流量,沿湖小闸段以吴塘门套闸至四河港闸16个口门单站实测流量计算总流量。另外有大港桥、直湖港闸等7个单站。

由于大部分河道流速受降雨影响较大,降雨初期就产流,降雨结束,流速就减小直至滞留,巡测时不可能每次都做到降雨就测流。

4.4 工农业用水量统计不全

目前无锡市总用水量统计中农业灌溉用水因不好直接计量,是根据无锡市典型农业灌溉点实测面积用水数据推算而得,样本代表性不够,使得实际农业灌溉用水与之有一定差异,工业用水统计不完全,对取水用户的监测还不够完善,还有很多取水用户没有计量。

5 对策与措施

5.1 提高地表径流计算精度

无锡城市化发展带来的土地利用变化一定程度上影响了径流计算,利用先进的遥感技术对遥感图像进行解译,获知无锡市土地实际利用情况,以便及时调整地表水资源计算中各类土地面积,及时调整参数,可以建立径流系数与下垫面情况的相关关系,提高地表径流的计算精度。对雨量站点布设合理考虑行政区域边界,以便提高对区县水资源量的计算精度。

5.2 提高测量精度

全面掌握无锡市出入境水量是水量平衡计算及水资源合理配置的核心,建议合理布设巡测断面,对目前采用的巡测基点站断面能够建立自动监测系统,实现在线实时监测,对其他巡测断面应该加大巡测频次,推进现代化测流方式,引进先进的测流设备,如ADCP(声学多普勒剖面流速仪)^[4],保证原始资料的精度,最大程度减少测量带来的误差。

5.3 合理调整水利工程调度方案

沿江沿湖大部分进出口门均已建立闸门控制,但闸门的启闭状态与规划中的调度原则有所不同,建议水行政主管部门严格管控,制定合理的口门调度方案,并及时通知水文巡测部门,便于精准监测进出口门实际水量。

5.4 摸清工农业取用水情况,加强用水总量统计工作

用水量统计工作是水资源管理的一项重要工作,改进用水总量统计方法和方式,强化取用水计

量和监控,建立健全水资源监控制度,对用水户加强取水监测,严格执行取水许可制度,层层部署开展取水集中监督检查工作,考核取用水户年度取用水计划执行情况,开展用水审计试点工作,健全用水计量体系,实现在线监测,全面掌握水资源的取、用、耗、排第一手资料,提高用水量统计的科学性、准确性。

开展对历年取用水资料复核工作,根据历年用水量变化的趋势及其人口变化资料,核定国内万元生产总值用水量及工业增加值用水量等用水指标,复核用水量的合理性。对农业用水量的统计,通过分析农田灌溉用水量变化趋势与实际灌溉面积变化的情况,以及亩均农田灌溉用水量和降水量之间的关系来复核农田灌溉用水量的合理性。探索农业用水计量方式,加强农业取水的监督管理,增加和完善基础用水资料。

5.5 完善用水消耗量的计算方法

目前,无锡市水资源公报中用水消耗量估算是利用耗水率来推算用水消耗量的,耗水率采用全省统一数据,建议对无锡市开展行业耗水率测算工作,为用水消耗量的估算提高精度。

6 结 语

通过对无锡市历年来水量出水量资料,分析进出水量不平衡量产生的因素,并提出解决的对策和措施。结果表明,下垫面变化、巡测误差、工农业用水量统计、水利工程调度是直接影响出入境水量的不平衡量的主要因素。

提高无锡市出入境水量计算精度为无锡市水资源的科学开发、高效利用、合理配置提供了参考依据。科学制定总量控制方案,实施更严格的水资源管理,确保无锡市经济社会发展规划以及城市总体规划的编制、重大建设项目的布局与水资源现状相匹配。

参考文献:

- [1] 吴畏,张寒.开展水量平衡分析提高水资源公报编制精度[J].治淮,2014(12):27-28.
- [2] 童新波.城市化对城市雨洪形成的影响分析研究[J].西江月,2013(9):397-399.
- [3] 季永东,吴钢,张小稳,等.浅谈大包围建成后的无锡城市排涝[J].江苏水利,2012(6):14-19.
- [4] 申金玉,甘升伟,陈润,等.环太湖出入湖水量影响因素分析及对策措施研究[J].水资源保护,2011(11):48-52.