

# 太湖流域沿江苏长江段缺测引排水量推算

——以澡港闸为例

陈卫东, 华 晨, 费国松, 潘 杰

(江苏省水文水资源勘测局常州分局, 江苏 常州 213022)

**摘要:**以澡港闸2007—2016年实测资料为基准,根据水文学相似原理,结合小潮河闸1956—1973年实测资料和魏村闸1974—2006年实测资料,采用逐日平均流量表关系法、流量巡测资料关系法、月引排水量资料关系法、过水面积比关系法插补计算,实现澡港闸1956—2016年引排水量的插补展延。同时利用实测引排水数据,评估流量巡测资料关系法、过水面积比关系法,分析存在问题,提出改进方法,对太湖流域沿江苏长江段引排水量计算研究具有参考意义。

**关键词:**太湖流域;引排水量;排水量推算

中图分类号:[TV123]

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)03-0061-0004

## Study on the calculation method of the unmeasured water diversion and drainage along the Yangtze River in Jiangsu Province in Taihu Lake Basin: a case study of Zaogang Gate

CHEN Weidong, HUA Chen, FEI Guosong, PAN Jie

(Changzhou Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau,  
Changzhou 213022, China)

**Abstract:** Based on the measured data of Zaogang Gate from 2007 to 2016, according to the similar principle of hydrological, combined with the measured data of Xiaochao River Gate from 1956 to 1973 and Weicun Gate from 1974 to 2006, this paper adopts the daily average flow table relationship method, flow patrol measurement data relationship method, monthly diversion and discharge river water volume relationship method and discharge area ratio relationship method for interpolation calculation, to realize the interpolation and extension of the water diversion and drainage volume of Zaogang Gate from 1956 to 2016. At the same time, using the measured water diversion and drainage data, the relationship method of flow patrol measurement data, the relationship method of water discharge area ratio are evaluated, the existing problems are analyzed, and the improved method is put forward, which provide references for the calculation and research of water diversion and drainage along the Yangtze River in Jiangsu Province in Taihu Lake Basin.

**Key words:** Taihu Lake basin; water diversion and drainage volume; calculation of drainage

江苏省第三次水资源调查评价工作主要是全面摸清近年来江苏省水资源数量、质量、开发利用、水生态环境的变化情况,准确掌握水资源取用、水资源消耗、水环境损害、水生态退化的情况,系统分

析1956—2016年江苏省水资源的演变规律,提出全面、真实、准确、系统的评价成果,为水资源精细化管理提供技术支撑与决策依据。江苏省太湖流域沿长江段引排水量计算是江苏省第三次水资源调

收稿日期:2021-11-30

作者简介:陈卫东(1963—),男,高级工程师,本科,主要从事水文水资源相关工作。E-mail:1419489820@qq.com

查评价工作重要内容之一,各口门引排水量数据的完整性是江苏省太湖流域沿长江段引排水量计算的重要基础。

## 1 研究区概况

太湖流域沿长江段位于南京段以下的长江下游段,江堤长约 207 km,其中江堤 138 km,海塘 69 km;沿线有京杭运河、德胜河、白屈港、张家港、浏河等 68 个通江口门<sup>[1]</sup>。其中湖西区有大口门 6 个,小口门 9 个,布设水文站 4 个;武澄锡虞区有大口门 7 个,小口门 28 个,布设水文站 6 个;阳澄淀泖区有大口门 4 个,小口门 14 个,布设水文站 5 个<sup>[2-3]</sup>。目前仅有极少数口门具有全系列(1956—2016 年)引排水量资料,采用实测资料统计分析,其他为无实测资料的口门,采用推流计算。

## 2 无资料口门引排水量推流方法

### 2.1 流量巡测资料关系法

选取引排水量特性相近的站点作为基点站,根据基点站同期引排水量巡测资料,建立比例关系进行推算,计算式为

$$\hat{W}_{1,引(排)} = k \times \hat{W}_{2,引(排)} \quad (1)$$

式中: $\hat{W}_{1,引(排)}$ 为口门引(排)水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $\hat{W}_{2,引(排)}$ 为基点站同期引(排)江水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $k$ 为口门与基点站流量巡测资料的比值。

### 2.2 过水面积比关系法

选取引排水量特性相近的站点作为基点站,采用过水面积比与基点站同期引(排)水量的乘积,计算口门引(排)水量,计算式为

$$\hat{W}_{1,引(排)} = \frac{S_1}{S_2} \times \hat{W}_{2,引(排)} \quad (2)$$

式中: $\hat{W}_{1,引(排)}$ 为口门引(排)水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $\hat{W}_{2,引(排)}$ 为基点站同期引(排)水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $S_1$ 为口门所在河过水断面面积, $\text{m}^2$ ;  $S_2$ 为基点站所在河过水断面面积, $\text{m}^2$ 。

根据《水力学》(第二版)<sup>[4]</sup>,过水断面面积计算式为

$$S = (b + mh)h \quad (3)$$

式中: $S$ 为过水断面面积, $\text{m}^2$ ;  $b$ 为底宽, $\text{m}$ ;  $m$ 为边坡系数;  $h$ 为水深, $\text{m}$ 。

相关断面资料数据可以通过查找各地水利志得到。通常情况下,底高为 0.0~1.0 m,底宽为 10~15 m,边坡为 1:3 或 1:4。计算水位可取 4.5~4.3 m,或取沿江平均感潮位与内河平均水位的中值为计算水位。其中,湖西区沿江感潮位采用小河新闸站

资料,内河水位采用大运河常州站资料;武澄锡虞区沿江感潮位采用江阴站资料,内河水位采用锡澄运河青阳站资料;阳澄淀泖区沿江感潮位采用系列较长的基点站资料,内河水位采用阳澄湖相城站资料。

### 2.3 月引排水量资料关系法

选取引排水量特性相近的站点作为基点站,根据基点站同期的月引排水量资料,建立比例关系进行推算,计算式为

$$\hat{W}_{1,引(排)} = \frac{\sum_{i=a}^b W_{1,引(排)}}{\sum_{i=a}^b W_{2,引(排)}} \times \hat{W}_{2,引(排)} \quad (4)$$

式中: $\hat{W}_{1,引(排)}$ 为口门引(排)水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $\hat{W}_{2,引(排)}$ 为基点站同期引(排)水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $\sum_{i=a}^b W_{1,引(排)}$ 为口门从 a 年到 b 年的月引排水量之和, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $\sum_{i=a}^b W_{2,引(排)}$ 为基点站从 a 年到 b 年的月引排水量之和, $10^4 \text{ m}^3$ 。

### 2.4 逐日平均流量表关系法

选取引排水量特性相近的站点作为基点站,根据基点站同期的逐日平均流量表进行推算,计算式为

$$\begin{cases} W_{引} = 8.64 \times \sum Q & (Q \geq 0) \\ W_{排} = 8.64 \times \sum q & (q < 0) \end{cases} \quad (5)$$

式中, $W_{引}$ 为口门引江水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $Q$ 为基点站同期引江水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $W_{排}$ 为口门排江水量, $10^4 \text{ m}^3$ ;  $q$ 为基点站同期排江水量, $10^4 \text{ m}^3$ 。

## 3 应用实例和相关性分析

### 3.1 应用实例概况

#### 3.1.1 澡港河(澡港闸水文站)

澡港河为常州市三大沿江口门之一,北起长江录安州口,向南穿越原武进县圩塘镇(建有圩塘老闸),最终在飞龙桥处汇入关河。澡港河先后经过 1952 年、1969 年、1995 年 3 次较大规模的整治。1952 年整治以后,河堤高程约 6.0 m,口宽约 40 m,底宽为 5 m,河底高程为 1.00 m。1969 年整治以后,河堤高程约 6.50 m,口宽约 46 m,底宽为 10 m,河底高程为 0.50 m,并扩建圩塘闸。1995 年整治以后,圩塘闸拆除,在入江口处新建澡港水利枢纽。

澡港闸水文站位于常州市新北区春江镇,2003 年 1 月由常州市水利局设立,2014 年 11 月改为基本水文站,2007 年以后整编刊印逐日引排水量统计成果。

### 3.1.2 新孟河(小河新闸水文站)

新孟河(1966年之前为老孟河)为常州市三大沿江口门之一。东由长江小夹江荫沙口流入,蜿蜒穿越原武进县小河镇(建有小河闸),西至石桥村折向南,最终在奔九桥处汇入大运河。新孟河先后经过1959年、1960年、1965年、1966年4次较大规模的整治。1959年整治之前,河堤高程约6.50 m,口宽约50 m,河道底宽为5 m,河底高程为0.50 m。1959年整治之后,河堤高程约6.50 m,河面口宽约65 m,河道底宽为15 m,河底高程为0.0 m。1966年整治之后,新孟河由荫沙口直接拓浚至石桥村(弯段取直),1966年新建小河水闸,河堤高程约6.50 m,河面口宽约70 m,河道底宽为20 m,河底高程为0.0 m。

小河新闸站原名为小河站,位于原武进县小河镇,1935年11月设立为水文站,1937年停测;1947年6月恢复设立,1949年停测;1950年7月在原小河闸恢复设立,1952年4月上迁八圩埭,1953年5月改为水位站;1957年5月回迁至小河闸,改为小河闸水文站;1966年4月迁至现址(常州市新北区孟河镇小河水闸),更名为小河新闸水文站。1966年以后,小河新闸站整编刊印逐日引排水量统计成果。

### 3.1.3 德胜河(魏村闸水文站)

德胜河为常州市三大沿江口门之一,北起长江大沙口,向南穿越原武进县魏村镇(在通江桥处建有魏村老闸),最终在连江桥处汇入大运河。德胜河先后经过1952年、1958年、1972年、1995年4次较大规模的整治。1952年整治以后,河堤高程约6.50 m,河面口宽约55 m,河道底宽为7 m,河底高程为0.50 m。1972年整治以后,河堤高程约6.50 m,河面口宽约65 m,河道底宽为20 m,河底高程为0.50 m,并重建魏村闸。1995年整治以后,魏村闸拆除,在入江口处新建魏村水利枢纽。

魏村闸水文站位于原武进县魏村镇,1974年1月由江苏省水文总站设立,整编刊印逐日引排水量统计成果。

## 3.2 推算方法比较研究

2006年以后,澡港闸站整编刊印引排水量统计

成果,因此插补年限为1956—2006年。

### 3.2.1 小河新闸站1956—1973年引排水量成果

由于澡港河与新孟河相距不远,引排水量特性相近,可借用小河新闸站同期引排水量成果进行插补。插补方法为

$$\hat{W}_{\text{澡港闸,引(排)}} = \frac{S_{\text{澡港河}}}{S_{\text{新孟河(孟河)}}} \times \hat{W}_{\text{小河新闸,引(排)}} \quad (6)$$

1956—1973年,澡港河与新孟河(孟河)过水面积(水位按4.50 m计算)对比情况详见表1。

1956—1973年,小河新闸也无引排水量实测资料。其中,1956年1月—1957年4月,可借用江南运河新丰站和孟河奔牛站同期逐日潮量成果进行插补。

1956年6—9月,设立孟河奔牛站监测新孟河入大运河潮量。在奔牛站与新丰站逐月引排潮量之间建立关系,根据关系推算奔牛站1956年1—4月、10—12月、1957年1—4月引排水量:

$$\hat{W}_{\text{奔牛,引(排)}} = \frac{\sum_{i=6}^9 W_{\text{奔牛,引(排)}}}{\sum_{i=6}^9 W_{\text{新丰,引(排)}}} \times \hat{W}_{\text{新丰,引(排)}} \quad (7)$$

根据20世纪80年代巡测资料,孟河小河闸站与奔牛站逐月引排潮量之间有如下关系:

$$\hat{W}_{\text{小河闸,引(排)}} = \frac{\hat{W}_{\text{奔牛,引(排)}}}{0.70} \quad (9)$$

1957年5月—1965年12月,小河新闸站引排水量根据小河闸逐日流量成果转换,转换方法为:若某日流量为正即视为引江水量,反之若某日流量为负则视为排江水量,最后分别统计逐月引排水量。

1966年以后,小河新闸站开始整编刊印引排水量统计成果,因此1966—1973年直接采用小河新闸站引排水量成果。

### 3.2.2 魏村闸站1974—2002年引排水量成果

可根据德胜河与澡港河的流量巡测资料及建立的引排水量关系,借用魏村闸站1974—2002年引排水量成果进行插补。插补方法为

$$\begin{cases} \hat{W}_{\text{澡港闸,引}} = 0.635 \times \hat{W}_{\text{魏村闸,引}} \\ \hat{W}_{\text{澡港闸,排}} = 0.50 \times \hat{W}_{\text{魏村闸,排}} \end{cases} \quad (9)$$

表1 澡港河与新孟河(孟河)过水面积对比

(单位:m<sup>2</sup>)

界面	1956—1959年	1960—1965年	1966—1969年	1970—1973年
澡港河	52.5	52.5	52.5	88.0
新孟河	80.0	112.0	125.0	125.0
比值	0.656	0.469	0.420	0.704

### 3.2.3 魏村闸站2003—2006年引排江水量成果

根据德胜河与澡港河的流量巡测资料及建立的引排江水量关系,借用魏村闸站2003—2006年引排江水量成果进行插补。插补方法为

$$\begin{cases} \hat{W}_{\text{澡港闸,引}} = 0.70 \times \hat{W}_{\text{魏村闸,引}} \\ \hat{W}_{\text{澡港闸,排}} = 0.50 \times \hat{W}_{\text{魏村闸,排}} \end{cases} \quad (10)$$

### 3.3 插补资料合理性分析

逐日平均流量表关系法、月引排江水量资料关系法原理简单,计算结果误差不会太大,这里不再进一步验证。下面主要分析流量巡测资料关系法、过水面积法。

将采用流量巡测资料关系法、过水面积法分别推求的澡港闸2009年引水量与实测引水量进行计算成果验证,验证结果详见表2。

从表2可以看出,采用流量巡测资料关系法插补得到的引水量与实测引水量成果相对误差很小,两者之间平均相对误差为4.25%,按水文预报规范20%的误差作为许可误差,插补值较好。采用过水面积比关系法插补得到的引水量与实测引水量成果相对误差较大,经计算,两者之间平均相对误差为-27.5%,插值效果较差。

逐日平均流量表关系法适用于谏壁闸(1960年1月—1962年12月)引排江水量推算。

流量巡测资料关系法还适用于常州市小河新闻(1957年5月—1965年12月)、张家港市朝东圩港闸(1959—2006年)、常熟市福山闸(1967—2006年)、太仓市汤泾闸(1962—2006年)等口门引排水量推算。

表2 澡港闸2013年引水量对比

时间	实测引水量 ( $10^4 \text{ m}^3$ )	流量巡测资料法 插补引水量/( $10^4 \text{ m}^3$ )	过水面积法 插补引水量/( $10^4 \text{ m}^3$ )	流量巡测资料法 相对误差/%	过水面积法 相对误差/%
1月	1 120.0	742.0	604.2	-34	-46
2月	1 897.0	3 147.2	513.3	66	-73
3月	2 015.0	1 833.3	1 406.6	-9	-30
4月	2 198.0	2 083.2	1 667.1	-5	-24
5月	4 426.0	4 232.9	2 904.7	-4	-34
6月	5 979.0	5 050.5	5 629.9	-16	-6
7月	3 884.0	3 448.9	3 125.1	-11	-20
8月	882.3	1 715.0	1 039.1	94	18
9月	6 882.0	6 177.5	7 004.8	-10	2
10月	3 550.0	2 560.6	2 359.8	-28	-34
11月	1 503.0	1 501.5	896.2	0	-40
12月	755.2	819.0	428.1	8	-43
平均相对误差				4.25	-27.5

月引排江水量资料关系法还适用于苏州市杨林闸(1960年8—12月、1962年—1969年)口门引排水量推算。

过水面积比关系法还适用于常州市魏村闸(1956—1973年)、无锡市定波闸(1956—1960年、1965—1973年)、苏州市十一圩港闸(1956—1960年、1965—1975年)、张家港市渡泾港闸(1956—1971年)、常熟市耿泾闸(1956—1965年)、太仓市汤

泾闸(1956—1961年)等口门引排水量推算。

## 4 结 论

本文利用4种插值计算方法,对澡港闸缺测资料进行插值计算,然后通过分析相对误差,探讨插值计算方法的适用性及应用条件并得出结论。结果表明:逐日平均流量表关系法插值效果拟合性最

(下转第72页)



中,工程占地、弃土堆放、土地开挖使得项目区周围的覆土植被遭到破坏,地表裸露,自然系统生产能力遭受一定的损失<sup>[6]</sup>。工程施工期对水生生物的影响主要是疏浚扩挖工程、堤脚处理工程、围堰工程等导致水体悬浮物增加影响水生生物栖息环境,导致部分水生生物(浮游生物、底栖生物、维管束植物)的直接损失,同时,开挖或处理后局部区域的新基质短期内不利于底栖生物和维管束植物附着生存,继而造成鱼类饵料生物资源下降。因此,工程对区域生态完整性维护的影响是存在的,但其影响时段相对较短,随工程结束后,河道水生生态系统将逐渐重建。

## 4 结 语

通过弃土场“多规合一”空间规划研究,实现了空间的重构,改变了传统水利规划方法,将水利工程规划与地域空间规划做好了衔接,探讨了有关规划的融合途径,从弃土场位置选择、施工技术、空间塑造、边坡防护、水土保持等多方面考虑,使弃土场

布置能够实现资源利用效率的最优化,经济效益和社会效益的最大化,从而达到整体最优化,为其他湖泊、水库开展同类工作提供指导。

### 参考文献:

- [1] 严金明,陈昊,夏方舟. “多规合一”与空间规划:认知、导向与路径[J]. 中国土地科学, 2017, 31(1): 21-27.
- [2] 朱晓莹,宋爽,陈竿舟. 河道整治工程水土保持方案中弃土处理及水土流失预测[J]. 浙江工业大学学报, 2012, 40(3): 303-316.
- [3] 中华人民共和国水利部. SL575—2012 水利水电工程水土保持技术规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2012.
- [4] 王维山,魏立军. 厦门市“多规合一”实践的探索与思考[J]. 规划师论坛, 2015, 31(2): 46-51.
- [5] 黄勇,周世锋,王琳,等. “多规合一”的基本理论与技术方法探索[J]. 规划广角, 2016, 32(3): 82-88.
- [6] 韩晓光. 取弃土场土地复垦方案编制简析[J]. 南方农业, 2014, 8(27): 181-183.

(上接第64页)

好,具有普遍应用性;流量巡测资料关系法、月引排江水量资料关系法线性插值较为中性,插值效果较好;过水面积法不稳定,应用条件相对苛刻。本研究对江苏省太湖流域沿长江段引排水量计算分析具有一定的参考意义。

### 参考文献:

- [1] 万晓凌,董家根,陆小明,等. 我省引长江水量分析[J].

江苏水利, 2011(12): 29-31.

- [2] 汪大为,陈红. 太湖流域沿长江及环太湖引排水量趋势分析[J]. 水利规划与设计, 2016(1): 3.
- [3] 2020年太湖流域沿江江苏段口门引排水量调查分析报告[R]. 上海:太湖流域管理局水文局, 2021.
- [4] 赵振兴,何建京. 水力学[M]. 北京:清华大学出版社, 2010.