

鄱阳湖水利枢纽过闸运量与船舶过闸通过能力研究

徐延超, 李矜潼

(九江市港口航运管理局, 江西 九江 332000)

摘要: 为减轻鄱阳湖枯水期水位过低对航运带来的不利影响, 拟在鄱阳湖水利枢纽规划建设三线船闸科学合理调控枯水期湖区水位, 提高赣江上下游通航能力。通过结合未来经济发展需求, 采用多种定量预测方法预测鄱阳湖水利枢纽过闸运量, 并根据规范对船闸单向和双向通过能力进行分析, 结合运量预测结果, 验证船闸规划建设的可行性, 为鄱阳湖水利枢纽工程的建设提供科学的决策依据。

关键词: 鄱阳湖水利枢纽; 运量预测; 通过能力

中图分类号: U641.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 12—0092—03

1 引言

鄱阳湖是长江经济带国家重大发展战略和鄱阳湖生态经济区等区域发展战略的支撑。随着经济社会发展和长江流域水资源利用形势的变化, 鄱阳湖的水文节律正在发生改变, 出现了枯水时间提前、枯水期延长等现象^[1]。为缓解当前和今后可能经常遇到的鄱阳湖枯水期水位过低及其对航运带来的一系列问题, 总体来看, 通过建闸方式科学合理调整枯水期湖区水位是必要的。

综合考虑长江经济带发展战略、长江黄金水道建设需求以及赣江上下游通航规模一致性, 为鄱阳湖地区以及江西水运发展留有余地, 推荐鄱阳湖水利枢纽通航建筑物采用三线单级船闸并在左岸预留一线船闸位置的方案, 船闸级别为 I 级, 船闸有效尺度为 320m × 34m × 6.9m (长 × 宽 × 最小槛上水深), 船闸位于枢纽左岸, 三线船闸并行布置共用上、下游引航道, 自左至右依次为 1 号船闸、2 号船闸、3 号船闸。

2 水利枢纽过闸运量预测

2.1 过闸运量发展现状

鄱阳湖水利枢纽断面没有实际运量统计资料, 通过对九江、上饶、南昌、宜春、吉安、赣州、鹰潭、新余、抚州、景德镇等港口的流量流向资料进行统计调查, 初步分析 2015 年通过水利枢纽断面货运量为 12977 万 t, 其中下行 9638 万 t。以枢纽建设前三年的平均运量作为基础运量, 经分析, 2013 年~2015 年的平均运量约 1.15 亿吨。2016 年过坝运量为 13540 万 t, 其中下行量为 11028 万 t。2017 年、2018 年鄱阳湖水域、长江沿非法码头整治后, 鄱阳湖水利枢纽过坝运量由 2016 年的

13540 万 t 减少 2018 年的 5992 万 t。货类减少主要是矿建材料的减少, 矿建材料由 2016 年的 10096 万 t 减少至 2018 年的 3268 万 t。

2.2 预测方法介绍

2.2.1 运输弹性法

根据运量水平与相关经济发展指标的显著关系, 可以采用弹性系数法进行运量预测。弹性系数是衡量某一变量改变所引起另一变量的相对变化, 运量变化一般跟国民经济发展关系密切, 运输需求弹性系数 = 运量平均增长率 / 经济指标平均增长率^[2]。根据运输需求弹性系数按下式预测运量:

$$Q^t = Q \times (1 + x)^t$$

式中: Q^t 为未来期运量; Q 为基期运量; x 为未来运量平均增长速度; t 为未来期距基期的年数。

2.2.2 回归分析法

回归分析是一种定量地描述变量之间的数量关系的预测方法, 是根据事物内部因素变化的因果关系来预测事物未来的发展趋势^[3]。回归分析的主要步骤如下:

(1) 输入历史统计数据, 建立一元线性回归模型:

$$y = a + bx$$

式中: a , b 为回归参数; x 为自变量; y 为因变量。

(2) 计算回归参数

$$b = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \sum y_i}{\sum x_i^2 - \bar{x} \sum x_i}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

(3) 回归检验

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}$$

当 $0 < r \leq 0.3$, 为微弱相关; 当 $0.3 < r \leq 0.5$, 为低度相关; 当 $0.5 < r \leq 0.8$, 为显著相关; 当 $0.8 < r \leq 1$, 为高度相关。

2.2.3 趋势分析法

趋势预测分析法亦称时间序列预测分析法, 包括移动平均法和指数平滑法^[4]。

(1) 移动平均法

$$S_{t+1} = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n+1}}{n}$$

式中: S_{t+1} 为第 $t+1$ 期的预测值; x_t 为第 t 期的实际发生值; n 为移动平均期数值。

(2) 指数平滑法

$$S_{t+1} = \theta x_t + (1 - \theta)S_{t-1}$$

式中: S_{t+1} 为第 $t+1$ 期的预测值; S_{t-1} 为第 $t-1$ 期的一次指数平滑值; x_t 为第 t 期的实际发生值; θ 为指数平滑系数。

2.3 水利枢纽过闸运量预测

2.3.1 预测基准年及规划水平年

根据《内河通航标准》^[5], 船闸的建设规模(即船闸线数、有效尺度和通过能力)应满足设计水平年内各期的客货运量和船舶过闸量要求。设计水平年应根据船闸的不同条件采用建成后 20~30 年; 对增建和改建、扩建船闸困难的工程, 应采用更长的水平年。

鄱阳湖水利枢纽过闸运量预测以 2018 年为基准年, 考虑未来鄱阳湖水利枢纽对长江黄金水道、江西水运发展、项目影响区域社会经济产生的重要影响, 确定预测规划水平年为 2035 年和 2050 年。

2.3.2 预测方法选择与思路

目前, 鄱阳湖水利枢纽断面约 75% 的过闸运量为矿建材料, 拟将过闸断面运量分为两个部分来分析矿建材料运量和扣除矿建材料的其他运量。

主要以“十三五”期的相关经济社会发展规划、产业规划、交通规划为依据, 采取运输弹性、线性回归等分析等数学方法, 综合预测 2035 年货运需求。

考虑到对腹地远期宏观经济发展、经济结构变化及相关经济指标难以准确判断, 因此结合国内外水运发展特点, 在区域工业化、城镇化发展阶段判断的基础上,

既要考虑为港口和水运行业发展留有空间和余地, 又要考虑区域资源容量(港口岸线、水环境等)的制约, 以趋势分析为主, 把握 2050 年的过闸运量。

鄱阳湖水利枢纽过闸运量预测方法与思路见图 1。

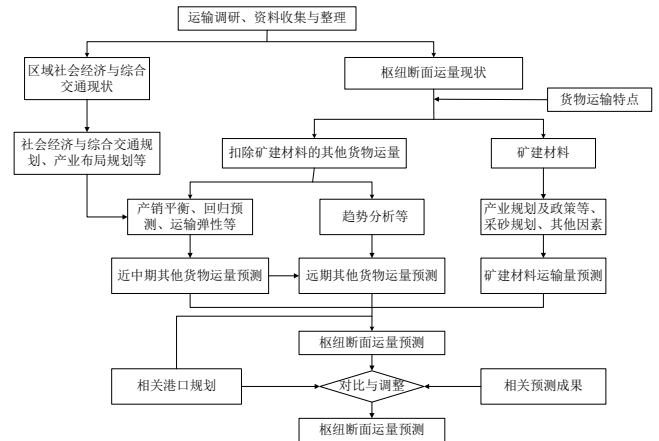


图 1 鄱阳湖水利枢纽过闸运量预测方法与思路

2.3.3 过闸总运量预测

鄱阳湖水利枢纽过闸运量预测见表 1。

表 1 鄱阳湖水利枢纽过闸运量预测值

项目	现状水平年	预测水平年	
年份(年)	2018	2035	2050
其它运量	2724	8200	12000
运输弹性分析	2724	8100	
回归预测	与 GDP 回归~线性	2724	8400
	与 GDP 回归~对数	2724	7600
	与时间回归~对数	2724	8600
趋势分析法			12000
综合分析	2724	8200	12000
矿建材料运量	3268	9800	9500
过闸总运量	5992	18000	21500

通过对鄱阳湖水利枢纽过闸货运量进行预测可知, 2035 年鄱阳湖水利枢纽过闸总运量为 18000 万 t, 其中下行 10200 万 t; 2050 年鄱阳湖水利枢纽过闸总运量为 21500 万 t, 其中下行 11500 万 t。

目前预测成果中, 鄱阳湖水利枢纽过闸砂石运输所占比例很大, 但其运输需求存在诸多的不确定性, 若未来砂石需求大幅度减少, 则鄱阳湖水利枢纽过闸运量可能会低于目前的预测值。

3 船闸通过能力计算

3.1 船闸通过能力计算公式

船闸通过能力大小与船闸设备、航道条件、管理水平、营运情况等因素有关, 所以船闸通过能力始终处于动态变化之中^[6]。根据《船闸总体设计规范》^[7], 船闸

单向通过能力计算公式如下：

$$P_1 = \frac{1}{2}(n - n_0) \frac{NG\partial}{\beta}$$

式中：n 为日平均过闸次数；n₀ 为日非运客、货船过闸次数；N 为年通航天数，d；G 为一次过闸平均载重吨位，t；∂ 为船舶装载系数；β 为运量不均衡系数。

根据《船闸总体设计规范》，船闸双向通过能力计算公式如下：

$$P_2 = (n - n_0) \frac{NG\partial}{\beta}$$

3.2 船闸通过能力计算结果

根据《船闸总体设计规范》计算鄱阳湖船闸单向和双向通过能力，所需相关参数见表 2。

表 2 相关参数

参数	数值
船闸年通航天数	335d
调控期	161d
通闸期	174d
船闸日工作小时	22h
运量不均衡系数	1.3
船舶装载系数	0.8
日非运货船过闸次数	0.5 次
输水时间	8min
开(关)闸门时间	3min
机动单船进闸速度	单向 0.8m/s；迎向 1.0m/s
机动单船出闸速度	单向 1.0m/s；迎向 1.4m/s

鄱阳湖水利枢纽采取调枯不控洪的调度方式，汛期闸门全部打开敞泄，江湖连通。船闸通过能力计算时，按调控期和江湖连通期分别计算。

江湖连通期船闸的闸门、阀门均不投入运行，船舶通航运行；调控期船闸的闸门、阀门均投入运行，闸室有充泄水过程。根据航运规划，2035 年鄱阳湖区通航船舶以 1000~2000 吨级、2000~3500 吨级为主，兼顾 5000 吨级船舶；2050 年 2000~3500 吨级的船舶占主导地位，5000 吨级以上船舶比例将逐步增加。船闸长度按 320m 计，船闸单向和双向通过能力计算结果见表 3 和表 4。

表 3 船闸单向通过能力计算结果

年份	通航天数/d	一次过闸平均吨位/t	日过闸次数/闸次	年通过能力/万 t
2035	调控期	16785	18.68	1280
	通闸期		51.13	5207
	合计			6487
2050	调控期	18597	18.58	1501
	通闸期		53.33	5756
	合计			7257

表 4 船闸双向通过能力计算结果

年份	通航天数/d	一次过闸平均吨位/t	日过闸次数/闸次	年通过能力/万 t
2035	调控期	16637	19.76	1362
	通闸期		26.56	2630
	合计			3993
2050	调控期	18927	19.76	1601
	通闸期		26.79	2963
	合计			4564

根据《船闸总体设计规范》对鄱阳湖船闸通过能力进行计算可知，考虑三线船闸按一线船闸单向运行+二线船闸双向运行，2035 年船闸的单向年通过能力为 1.45 亿 t，2050 年船闸的单向年通过能力为 1.64 亿 t。

4 结语

对鄱阳湖水利枢纽过闸货运量预测结果和拟规划建设船闸通过能力进行对比分析可知，2035 年船闸的单向年通过能力为 1.45 亿 t，满足重载方向 1.02 亿 t 规划运量要求；2050 年船闸的单向年通过能力为 1.64 亿 t，满足重载方向 1.15 亿 t 规划运量要求。采用三线单级船闸的建设方案均能够满足 2035 和 2050 年规划运量要求，推荐鄱阳湖水利枢纽通航建筑物采用三线单级船闸并在左岸预留一线船闸位置的方案。

参考文献：

- [1] 杨桂山,徐昔保,李平星.长江经济带绿色生态廊道建设研究[J].地理科学进展,2015,34(11):1356-1367.
- [2] 何西健.胶州铁路物流中心运量预测研究[J].铁道运输与经济,2020,42(07):97-102.
- [3] 李灼,石兴勇,于黎.扩大三峡船闸通航能力研究[J].中国水运(下半月),2013,13(06):29-31.
- [4] 杨晓光,程建华.经济预测的认知与定量方法[J].系统科学与数学,2019,39(10):1553-1582.
- [5] GB 50139-2014 内河通航标准[S].
- [6] 杨昌道.沙颍河航道安徽段 3 座船闸通过能力研究[J].水运工程,2010(08):93-96.
- [7] JTJ 305-2001 船闸总体设计规范[S].