



长江上游王爷庙—兰家沱河段 航道计划尺度边界研究

谷祖鹏，谭伦武

(长江航道规划设计研究院，国家内河航道整治工程技术研究中心，湖北 武汉 430040)

摘要：针对长江上游王爷庙—兰家沱河段航道计划尺度边界问题，采用对多年航道预报尺度及实测水位数据进行统计分析的方法，同时参考实际航道维护经验，得出该河段重点水道为温中坝、东溪口和叉鱼碛水道，各重点水道的航道计划尺度边界分别为泸州羊角滩水位 0.95 m、斗笠子水位 0.30 m、小桃竹水位 0.60 m，降低维护尺度的方案为舍深保宽。

关键词：航道计划尺度边界；航道条件核查；航道预报尺度；最低水位临界值

中图分类号：U611

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2024)03-0106-06

Conditions for waterway falling below planned scale in Wangyemiao to Lanjiatuo river section of upper reaches of the Yangtze River

GU Zupeng, TAN Lunwu

(National Engineering Research Center for Inland Waterway Regulation,
Changjiang Waterway Institute of Planning and Design, Wuhan 430040, China)

Abstract: Aiming at the problem of conditions for waterway falling below planned scale in the Wangyemiao to Lanjiatuo river section of the upper reaches of the Yangtze River, we use the method of statistical analysis of the multi-year waterway forecast scale and the measured water level data, and refer to the actual waterway maintenance experience. It is concluded that the key waterways of this section are Wenzhongba, Dongxikou, and Chayuqi waterways. Conditions for waterway falling below planned scale of each key waterway are that the water level of Yangjiaotan in Luzhou is 0.95 m, the water level of Doulizi is 0.3 m, and the water level of Xiaotaozhu is 0.6 m. The plan to reduce the maintenance scale is reducing depth to preserve width.

Keywords: conditions for waterway falling below planned scale; waterway condition check; waterway forecast scale; minimum water level threshold

近 20 年来，长江航道多次分区段提高了航道维护计划尺度(简称计划尺度)。随着自然水深资源的不断挖掘，航道水深冗余变小，面临的风险越来越大，近年多次发生计划尺度不保的突发事件。由于以往鲜有对这类极端情况进行研究，缺乏明确的判别指标和应对预案，导致航道部门处

置起来十分被动。航道计划尺度边界是长江航道局在应对上述不利情况的实践中形成的新概念，它是指一种临界条件：当航道外部影响因素触及该临界条件时，将可能出现常规维护措施(探测、调整指标、改槽及疏浚等)无法保证航道维护计划尺度，被迫将航道维护尺度降至计划尺度以下

收稿日期：2023-07-12

作者简介：谷祖鹏（1977—），男，博士，高级工程师，从事航道治理规划和研究。

的情况^[1-2]。为了科学把握这一概念的内涵, 探索其使用方法, 更好地服务于航道管理与维护, 2022年在“长江上游重点浅滩航道计划尺度边界研究”的科研项目中明确定义了航道计划尺度边界这一概念, 本文针对长江航道计划尺度边界问题开展了系统研究。

1 研究方法

1.1 常规航道条件核查方法及存在的问题

以往航道条件核查的方法为: 以实测地形图为基础资料, 叠加不利水位条件, 定宽核深或定深核宽^[3]。如果采用该方法, 则存在以下问题: 1) 年内地形图测次过少, 一般水道年内1次, 重点水道年内1次或数次, 难以捕捉到航道最不利条件的情形; 2) 山区河道中流速、流态和当地航道部门维护能力对航道尺度都有较大的影响, 这些是地形图无法反映的。

1.2 航道条件核查的基础资料

基础资料为历年预报航道维护尺度(简称预报尺度)数据。预报尺度是长江航道局每周五公布的未来7 d(本周六一下周五)某一河段最小维护尺度, 期间如果出现超预期的不利变化, 可适时进行更新, 更新时预报周期小于7 d, 预报尺度在多年、年内均是连续的^[4-5]。实际最小航道维护尺度可能会大于或等于预报尺度, 但不能小于预报尺度^[6]。与计划尺度相比, 预报尺度周期较短、河段划分更细。因此, 预报尺度可更好地反映短期内自然条件及航道养护各方面因素。

在实际维护过程中, 预报尺度一般具有以下特点: 1) 与计划水深相比, 水深富余较小或无富余时, 尽量调深航道; 水深富余较大时, 尽量放宽航道^[7]。2) 当预报水深、航宽超出计划尺度一定幅度后, 就不再继续增大预报尺度。可见, 预报尺度小于或等于计划尺度时, 较符合实际情况, 而预报尺度大于计划尺度时, 则随意性较大。因此, 在资料选取时, 以预报尺度小于或

等于计划尺度为主, 以历年最低水位时的资料适当补充。

1.3 重点浅水道的筛选方法

长江上游无序采砂曾一度造成河道滩槽重塑, 局部水位大幅调整等, 对航道影响极大。2017年后, 随着采砂管理的加强, 长江上游无序开采活动基本绝迹, 河床恢复到以自然演变为主, 变化趋于和缓^[8]。因此, 资料选取的时段拟定为5年时间(2017年11月—2022年10月)。确定重点浅水道的方法为: 对预报尺度小于或等于计划尺度的数据进行频次分析, 选取出现过预报尺度小于计划尺度, 以及预报尺度等于计划尺度出现频次较高的水道。

1.4 航道计划尺度边界的推导方法

某一水道航道条件恶化是水位、地形综合影响造成的。由于地形相对于水位变化幅度小且缓慢, 如果发现不利变化, 可提前安排疏浚, 消除其不利影响; 而水位变化幅度大且较快, 在出现特殊不利水位时, 则可能由于应对时间较短或缺乏好的应对措施, 被迫降低预报尺度。因此, 在进行研究时, 以重点浅水道固定水位站(航行水尺)的水位为参数划定航道计划尺度边界。为了使用方便, 选取一个预报周期初始时的临界水位作为航道计划尺度边界, 该水位可根据一个预报周期内最低水位临界值推算。航道计划尺度边界的确定方法如下。

1) 预报周期内最低水位临界值的推导方法。预报周期内最低水位临界值是指在一个预报周期内, 当水位小于或等于该水位时, 则可能出现预报尺度小于计划尺度的情况。统计分析多年航道预报尺度小于或等于计划尺度的数据, 以及历年最低水位时的航道预报尺度, 找出可能导致预报尺度小于计划尺度情况发生的水位, 即为预报周期内最低水位临界值。

2) 航道计划尺度边界的推导方法。航道计划尺度边界为一个预报周期初始临界水位, 航道计

划尺度边界为预报周期内最低水位临界值与 ΔH 之和, 其中 ΔH 为水位裕度, 用于覆盖预报周期内水位及河床的不利变化。 ΔH 对于不同水道、同一水道的不同时期均会有所不同, 也与水位预测水平及航道维护能力有关, 其计算方法还处于探索之中。航道维护部门依经验推荐 ΔH 取 0.3~0.5 m, 本文均按 0.3 m 取值。

2 河段概况

本河段位于长江上游, 上起四川省江安县王爷庙, 下迄重庆市兰家沱, 全长 210.8 km, 属山区河流, 全河段分为 25 个水道, 分布有 20 余处滩险, 航道条件较差。航道等级为Ⅲ级, 双线航道, 计划尺度见表 1。

表 1 王爷庙—兰家沱河段航道计划尺度

月份	水深/m	航宽/m
1	2.9	50
2	2.9	50
3	2.9	50
4	2.9	50
5	3.2	50
6	3.5	50
7	3.7	50
8	3.7	50
9	3.7	50
10	3.5	50
11	3.2	50
12	2.9	50

3 重点浅水道分析

本河段 2017 年 11 月—2022 年 10 月预报尺度小于或等于计划尺度的数据见表 2。

表 2 2017 年 11 月—2022 年 10 月预报尺度小于或等于计划尺度数据

日期	计划尺度 (水深×航宽)/(m×m)	预报尺度 (水深×航宽)/(m×m)	水道名称
2017-11-01—12-31	-	-	-
2018-01-08—01-14	2.9×50	2.9×50	东溪口
2018-02-12—02-18	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、龙门
2018-02-19—02-25	2.9×50	2.9×50	小米滩、叉鱼碛、东溪口、龙门
2018-02-26—03-04	2.9×50	2.9×50	小米滩、叉鱼碛、东溪口、龙门
2018-03-05—03-11	2.9×50	2.9×50	小米滩、叉鱼碛、东溪口、龙门、瓦窑滩
2018-03-12—03-18	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛
2018-03-19—03-25	2.9×50	2.9×50	瓦窑滩
2018-04-23—04-29	2.9×50	2.9×50	瓦窑滩
2019 年全年	-	-	-
2020-01-21—01-24	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口
2020-01-25—01-31	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口
2021-02-22	2.9×50	2.7×50	温中坝
2021-02-27—03-02	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-03-03—03-05	2.9×50	2.7×50	东溪口、温中坝
2021-03-06—03-09	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-03-10—03-12	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-03-13—03-16	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-03-17—03-19	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-03-20—03-26	2.9×50	2.9×50	叉鱼碛、东溪口、温中坝
2021-04-03—04-06	2.9×50	2.9×50	纳溪、东溪口、温中坝
2021-04-07—04-09	2.9×50	2.9×50	东溪口、温中坝
2022-09-12—09-16	3.7×50	3.7×50	小米滩、东溪口
2022-09-17—09-23	3.7×50	3.7×50	小米滩、东溪口
2022-09-24—09-30	3.7×50	3.7×50	小米滩、东溪口
2022-10-01—10-07	3.5×50	3.5×50	小米滩、东溪口
2022-10-08—10-14	3.5×50	3.5×50	小米滩、东溪口

表2中预报尺度小于或等于计划尺度的情况发生在2个时段,即1—4月、9—10月。其中,9—10月仅在2022年出现,该年度长江发生全流域“汛期反枯”、夏秋连旱现象,其严重程度历史罕见,而在这种情况下,本河段航道仍保证了计

划尺度,因此,可以认为本河段9—10月的航道条件较好,在频次分析时可忽略该时段。另外,1—4月中有7个水道出现预报尺度与计划尺度相同的情况,其中2个水道出现不满足计划尺度的情况,频次分析见图1。

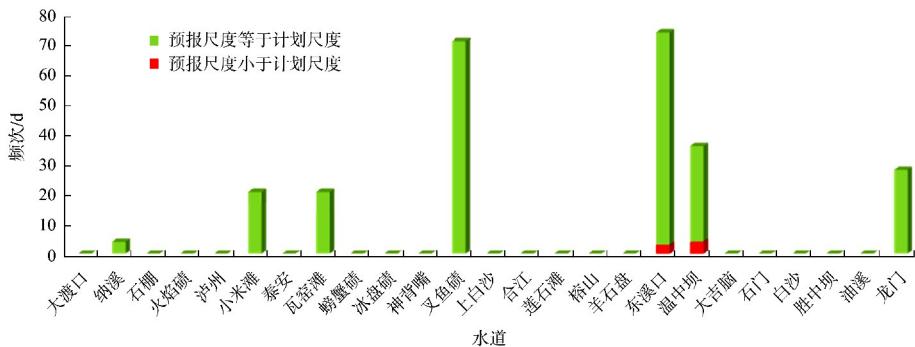


图1 2017年11月—2022年10月航道预报尺度小于或等于计划尺度频次

可认为出现过预报尺度小于计划尺度的水道,以及预报尺度等于计划尺度出现频次较高的水道航道条件最为恶劣。因此,重点浅水道为温中坝、东溪口、叉鱼礁。

4 航道计划尺度边界研究

4.1 温中坝水道

温中坝水道以泸州羊角滩水位为参数研究其

航道计划尺度边界,该水位站2018年1月—2022年10月预报尺度数据见表3。长江航道局发布的周预报会公布河段内当周浅水道(即对全河段航道尺度起限制作用的水道)的航道尺度,其他水道不予提及。故温中坝不是当周主要浅水道时,则无航道尺度的具体数据,但仍可推断出其航道尺度优于主要浅水道,故表中有部分预报尺度无具体数值。

表3 2018年1月—2022年10月温中坝水道预报尺度数据

极端情况	日期	泸州羊角滩实测最低水位/m	预报尺度(水深×航宽)/(m×m)
预报尺度小于计划尺度	2021-02-22	0.60	2.7×50
	2021-03-03—03-05	0.65	2.7×50
	2021-02-27—03-02	0.80	2.9×50
	2021-03-06—03-09	0.55	2.9×50
	2021-03-10—03-12	0.60	2.9×50
预报尺度等于计划尺度	2021-03-13—03-16	1.00	2.9×50
	2021-03-17—03-19	0.75	2.9×50
	2021-03.20—03-26	0.93	2.9×50
	2021-04-03—04-06	0.69	2.9×50
	2021-04-07—04-09	0.95	2.9×50
	2018-02-22—03-07	0.70	大于计划尺度
	2019-02-03—02-15	0.80	大于计划尺度
历年最低水位	2020-01-22—02-25	0.80	大于计划尺度
	2021-02-25	0.45	3.0×50
	2022-03-27	0.90	大于计划尺度

由表3可看出,当最低水位大于0.65 m时,预报尺度大于或等于计划尺度;当最低水位小于

或等于0.65 m时,则可能出现预报尺度小于计划尺度的情况。因此,温中坝水道预报周期内最低

水位临界值为泸州羊角滩 0.65 m, 航道计划尺度边界为: 泸州羊角滩水位 0.95 m。

4.2 东溪口水道

东溪口水道以斗笠子水位为参数研究其航道计

划尺度边界, 该水位站有 2019-05-05—2022-10-31 的数据, 见表 4。可以看出, 此期间仅在 2021 年出现过 1 次预报尺度小于计划尺度的情况, 其余年份航道条件并不十分恶劣。

表 4 2019-05-05—2022-10-31 东溪口水道预报尺度

极端情况	日期	斗笠子实测最低水位/m	预报尺度(水深×航宽)/(m×m)
预报尺度小于计划尺度	2021-03-03—03-05	-0.02	2.7×50
	2020-01-21—01-24	0.15	2.9×50
	2020-01-25—01-31	0.31	2.9×50
	2021-02-27—03-02	0.06	2.9×50
	2021-03-06—03-09	-0.16	2.9×50
	2021-03-10—03-12	-0.02	2.9×50
	2021-03-13—03-16	0.26	2.9×50
	2021-03-17—03-19	0.13	2.9×50
	2021-03-20—03-26	0.20	2.9×50
	2021-04-03—04-06	0.03	2.9×50
预报尺度等于计划尺度	2021-04-07—04-09	0.21	2.9×50
	2019-12-26	0.81	3.3×60
	2020-01-21	0.15	3.0×50
	2021-02-22	-0.16	3.0×50
	2021-03-07	-0.16	2.9×50
	2022-02-05	0.22	3.0×50
历年最低水位			

分析表 4 的水位资料, 当水位小于或等于 0 m 时, 则可能出现预报尺度小于计划尺度的情况。因此, 东溪口水道预报周期内最低水位临界值为斗笠子 0 m, 航道计划尺度边界为: 斗笠子水位 0.3 m。

4.3 叉鱼碛水道

叉鱼碛水道以小桃竹水位为参数研究其极端

情况, 该水位站有 2017-11-01—2022-10-31 的完整资料, 见表 5。可以看出, 叉鱼碛水道在此期间未出现过预报尺度小于计划尺度的情况, 航道条件相对较好。综合分析表中水位, 叉鱼碛水道预报周期内最低水位临界值为小桃竹 0.3 m, 航道计划尺度边界为: 小桃竹水位 0.6 m。

表 5 2017-11-01—2022-10-31 叉鱼碛水道预报尺度

极端情况	日期	小桃竹实测最低水位/m	预报尺度(水深×航宽)/(m×m)
预报尺度小于计划尺度	无	-	-
	2018-02-12—02-18	0.8	2.9×50
	2018-02-19—02-25	0.6	2.9×50
	2018-02-26—03-04	0.3	2.9×50
	2018-03-05—03-11	0.5	2.9×50
	2018-03-12—03-18	1.0	2.9×50
	2020-01-21—01-24	0.7	2.9×50
	2020-01-25—01-31	0.7	2.9×50
	2021-02-27—03-02	0.7	2.9×50
	2021-03-06—03-09	0.5	2.9×50
预报尺度等于计划尺度	2021-03-10—03-12	0.4	2.9×50
	2021-03-13—03-16	0.7	2.9×50
	2021-03-17—03-19	0.7	2.9×50
	2021-03-20—03-26	0.9	2.9×50

续表5

极端情况	日期	小桃竹实测最低水位/m	预报尺度(水深×航宽)/(m×m)
历年最低水位	2017-12-12	1.1	3.0×55
	2018-03-04	0.3	2.9×50
	2019-02-07	0.7	3.0×60
	2019-02-10	0.7	2.9×60
	2019-02-14	0.7	2.9×60
	2020-02-04	0.6	3.0×50
	2021-03-11	0.4	3.0×50
	2022-02-05	0.7	大于计划尺度

5 降低维护尺度的方案

JTS 180-4—2020《长江干线通航标准》^[9]规定, III级双线航道直线段宽度为80~110 m。本河段计划尺度中航宽仅为50 m, 已低于这个规定的下限。为了保证航行安全, 不能进一步降低航宽。在实际维护中, 温中坝、东溪口水道曾出现过预报尺度小于计划尺度的情况, 采取的方案均为舍深保宽。因此, 本河段降低维护尺度的方案为: 舍深保宽, 即航宽按50 m维护, 水深按小于2.9 m的实际水深维护。实施前, 应提前更新预报尺度信息, 实施期间, 应每天对外公布实际维护尺度相关信息, 以便过往船舶提前调整配载, 确保航行安全。

6 结语

1) 随着长江航道维护计划尺度不断提高, 航道计划尺度边界的重要性在航道管理、养护中不断提高。

2) 在参考使用本文成果时,应注意: ①本文在确定航道计划尺度边界时, 水位裕度 ΔH 处理较为简单。在实际航道养护过程中, 可结合维护经验, 对 ΔH 进一步优化和细化。②限于多方面原因, 本文研究选取5年时间的资料, 难免出现部分特殊水文条件缺漏的情况, 今后可随着时间

的累积, 不断进行完善。

参考文献:

- [1] 长江航道规划设计研究院. 长江上游重点浅滩航道计划尺度边界研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2022.
- [2] 张文, 谭伦武. 长江上游合江门—王爷庙河段航道计划尺度边界研究[J]. 中国水运, 2023(5): 84-86.
- [3] 李瀛, 雷雪婷, 黄纲, 等. 长江下游武汉—安庆河段中洪水期航道尺度潜力研究[J]. 水运工程, 2023(7): 133-139, 145.
- [4] 长江航道局. 长江航道局维护尺度管理办法[A]. 武汉: 长江航道局, 2021.
- [5] 长江航道局. 长江航道局航道基本公共服务清单(2022版)[A]. 武汉: 长江航道局, 2022.
- [6] 长江重庆航道局. 长江重庆航道局航道维护尺度检查工作制度(试行)[A]. 重庆: 长江重庆航道局, 2019.
- [7] 余玉欢, 李朝阳. 长江干线常用长河段航道维护尺度确定方法的比较研究[J]. 中国水运. 航道科技, 2020(2): 13-17.
- [8] 张帅帅. 长江上游叙渝段采砂坑分布及对水位的影响[J]. 水运工程, 2021(6): 135-140.
- [9] 长江航道勘察设计院(武汉)有限公司. 长江干线通航标准: JTS 180-4—2020[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2020.

(本文编辑 王璁)