

两网协同背景下 通榆河大套至射阳河段最低通航水位研究

徐 烁, 国 鑫

(江苏省水利工程科技咨询股份有限公司, 江苏 南京 210029)

摘要:基于两网协同理念,通榆河大套至射阳河段最低通航水位确定不仅关乎航道建设工程量,还需考虑水利规划供水保障等综合利用要求的影响。根据规范标准中最低通航水位计算方法计算通榆河阜宁(通)节点最低通航水位,并构建Mike一维水动力学模型计算通榆河大套至射阳河段在不同供水工况下水位情况。通过综合分析,得到相对合理的通榆河阜宁节点最低通航水位,为具有航运功能的流域性供水河道最低通航水位计算提供参考。

关键词:供水河道;通航水位;两网协同;通榆河

中图分类号:[TV123] **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7839(2026)03-0001-0004

Research on the minimum navigation water level of the Tongyu River from Datao to Sheyang under the background of two-network collaboration

XU Shuo, GUO Xin

(Jiangsu Water Conservancy Engineering Technology Consulting Co., Ltd., Nanjing 210029, China)

Abstract: Based on the concept of two-network coordination, the determination of the minimum navigable water level in the Tongyu River section from Datao to Sheyang is not only related to the scale of waterway construction, but also must take into account the impacts of comprehensive utilization requirements such as water conservancy planning and water supply security. The minimum navigable water level at the Funing (Tong) node of the Tongyu River is calculated using the method specified in the relevant specifications. A MIKE 1D hydrodynamic model is established to simulate water levels in the Tongyu River section from Datao to Sheyang under different water supply conditions. Through comprehensive analysis, a relatively reasonable minimum navigable water level for the Funing node of Tongyu River has been obtained, providing a reference for the calculation of the minimum navigable water level for watershed water supply channels with navigation functions.

Key words: water supply channel; navigation water level; two-network collaboration; Tongyu River

1 概 述

为充分发挥江苏省现代水网效益,打造更具特色的“水运江苏”,提出现代水网和航道网“两网协

同”的概念。“两网协同”旨在统筹考虑河道水利功能保障和航道建设需求,推动“两网”互联互通,在项目资源整合、实施时序、水源保障、防洪保安、联网强链等方面加强水利和航道部门的协同联动,进

收稿日期: 2025-12-08

基金项目: 江苏省水利科技项目(2022021)

作者简介: 徐烁(1987—),女,高级工程师,博士,主要从事水旱灾害防灾减灾工作。E-mail:xushuo52@sina.com

而更好地发挥河道、航道的综合效益。

具有航运功能的流域性供水河道在最低通航水位选取上存在一定的矛盾性,需综合河道供水、通航等功能需求合理选取。通榆河是江苏省沿海地区水资源供给的重要输水通道,也是江水东引“两河引水、三线输水”供水格局中东线供水的主要河道,同时也是淮河出海航道的重要组成部分,在保障区域供水、防洪、生态安全等方面具有重要作用。目前通榆河涉及的连申线、淮河出海航道正在开展航道等级提升“三改二”设计,在“两网协同”的形势下,需重点关注航道最低通航水位与河道水利综合功能的协调。

大套枢纽是通榆河向渠北区、废黄河区、沂南区供水的综合性跨流域调水工程,通榆河与射阳河交界处的阜宁节点水位是通榆河向渠北地区供水的控制性节点水位,通榆河大套至射阳河段最低通航水位的确定对于通榆河供水保障至关重要。此段航道在与淮河入海水道和苏北灌溉总渠交汇处2座地涵由于前期按照三级航道设计,渡槽底高程为-4.0 m,若通榆河未来供水能力增强,可能存在航道水深不足等问题,而航道设计通常以最低通航水位确定航道开挖底高程,最低通航水位的确定直接决定了二级航道建设的土方开挖量。因此,通榆河大套至射阳段最低通航水位的确定不仅关乎航道建设工程量和投资,也是水利规划通榆河供水保障的重要河段,开展通榆河大套至射阳河段最低通航水位分析研究具有重要的现实意义。

2 设计最低通航水位计算

根据《内河通航标准》(GB 50139—2014),天然河流不受潮汐影响和受潮汐影响不明显的河段,设计最低通航水位应采用综合历时曲线法或保证率频率法计算确定^[1-2]。

综合历时曲线法又称累积频率法,将系列资料逐日平均水位从大到小降序排列,计算出累积频率,通过累积频率计算,分析不同水位在系列中出现的频次,以供确定设计最低通航水位时参考。保证率频率法首先对每年的水位进行综合历时分析,

选取年保证率对应的水位,对这些水位进行P-Ⅲ型曲线频率分析,取对应重现期的水位,即所求最低通航水位^[3-5]。不同等级航道对应的多年历时保证率和年保证率见表1。

表1 设计最低通航水位对应保证率

航道等级	多年历时 保证率/%	保证率频率法	
		年保证率/%	重现期/a
I、II	≥98	99~98	10~5
III、IV	98~95	98~95	5~4
V~VII	95~90	95~90	4~2

通榆河涉及的连申线、淮河出海航道均规划为二级航道,综合历时曲线法和保证率频率法采用的保证率均为98%。通榆河大套至射阳河段的水文站采用阜宁(通)站,为便于对比,2种方法均采用1990—2023年共34 a的日均水位作为计算序列。阜宁(通)最低通航水位采用综合历时曲线法和保证率频率法计算,计算成果见表2(水位高程系废黄河高程,下同)。

计算结果表明,阜宁(通)站相同序列日均水位数据保证率频率法计算结果均低于综合历时曲线法,数据存在明显差异,故需进一步分析此河段水利、航道规划需求,综合判定选取最低通航水位。

3 最低通航水位综合分析

3.1 已有最低通航水位设计成果

根据大套船闸工程设计报告,大套船闸上游最低通航水位为2.0 m,船闸下游最低通航水位为-0.2 m。

根据《江苏省苏北通榆河工程设计任务书》,大套枢纽北的设计最低通航水位为2.0 m、大套枢纽南的设计最低通航水位为-0.2 m,阜宁节点的设计最低通航水位为0.2 m,各节点的最低通航水位同时也是节点的设计供水水位。

根据连申线此段水位分析报告、可研报告及规划同意书,连申线大套至入海水道段最低通航水位均为-0.20 m。

表2 阜宁(通)最低通航水位计算结果

站名	资料序列	系列长/a	保证率/%	综合历时曲线法/m	保证率频率法/m	
					10年一遇	5年一遇
阜宁(通)	1990—2023年	34	98	0.34	-0.01	0.15

根据里下河水利治理规划报告,随着近期、远期输配水工程的实施和用水管理加强,阜宁节点水位稳步提升。近期阜宁水位不足0.20 m,灌溉高峰期最低水位0.03 m,远期可满足阜宁设计供水水位0.20 m。

3.2 Mike模型水动力学计算

通榆河滨海枢纽处淮河入海水道一期地涵、总渠地涵渡槽底高程均为-4.0 m,为分析现状和设计通榆河供水工况下地涵处水深是否可以满足二级航道4 m水深要求,对通榆河大套至射阳河段开展水动力学模型水面线计算分析。

3.2.1 计算参数及工况

模型根据曼宁公式按明渠均匀流计算通榆河大套至射阳河段水面线,其计算式为

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{i} \quad (1)$$

式中: Q 为流量; A 为断面过水面积; n 为糙率; R 为水力半径; i 为河底坡度。

Mike模型概化河道长度26.23 km,计算节点16个,断面间隔考虑模型计算稳定性,取100~150 m间距设置断面,河道糙率采用0.02。滨海枢纽涉及地涵3处,其中二期地涵渡槽长度300 m、宽度71 m、底高程-5.20 m,一期地涵渡槽长度400 m、宽度58 m、底高程-4.00 m,总渠地涵渡槽长度200 m、宽度54 m、底高程-4.00 m,按照地涵渡槽尺寸进行断面概化处理。通榆河大套至射阳河段现状设计供水流量100 m³/s,规划供水流量以大套一站引河为界供水100~150 m³/s,阜宁节点水位均按供水设计水位0.20 m计算。

计算工况按照断面及边界情况分为现状工况和设计工况,不同工况供水流量及断面情况见表3。

表3 不同工况供水流量及断面组合

工况	序号	供水流量/ (m ³ /s)	地涵以北断面		地涵以南断面		备注
			底宽/m	底高/m	底宽/m	底高/m	
现状工况	1	100	50	-4.00	50	-4.00	水利断面
	2	100~150	50	-4.00	50	-4.00	
设计工况	3	100	60	-4.20	60	-4.00~-3.66	水利断面叠加航道断面 取外包线
	4	100~150	60	-4.20	60	-4.00~-3.66	
	5	100~150	60	-4.20	60	-4.20	水利扩大断面
	6	100~150	60	-4.20	70	-5.00	扩挖断面

现状工况下通榆河断面按照水利设计断面底宽50 m、底高程-4.00 m计算。分2种不同流量方案,分析计算阜宁节点不同控制水位、相应供水要求,大套二站站下、滨海枢纽等节点水位是否满足要求。

规划工况下通榆河河道断面分为3类:一是地涵以北底宽60 m、底高程-4.20 m,以南采用水利断面叠加航道断面取外包线,计算2种不同流量方案;二是地涵南北均为底宽60 m、底高程-4.20 m的水利扩大断面方案,计算规划供水流量100~150 m³/s方案;三是地涵以北底宽60 m、底高程-4.20 m,以南底宽70 m、底高程-5.00 m的扩挖断面方案。依据调度工况流量方案,分析计算阜宁节点不同控制水位、相应供水要求,大套二站站下、滨海枢纽等节点水位是否满足要求。

3.2.2 计算成果

根据计算边界条件和工况,计算6种工况下大

套二站站下、滨海枢纽等节点水位。通榆河(大套~射阳河段)不同工况节点水位计算成果见表4。

根据计算结果,现状工况通榆河大套至射阳河段供水流量为100 m³/s和100~150 m³/s,大套二站站下水位均满足运行要求(站下设计水位-0.20 m、校核-0.50 m);滨海枢纽处水位在供水流量为100 m³/s时可满足4 m水深要求,供水流量为100~150 m³/s不能满足4 m水深要求。

规划工况通榆河断面按照地涵以北底宽60 m、底高程-4.20 m,以南采用水利断面叠加航道断面取外包线方案计算,供水流量为100 m³/s和100~150 m³/s,大套二站站下水位均满足运行要求;滨海枢纽处水位在供水流量为100 m³/s时可满足4 m水深要求,供水流量为100~150 m³/s不能满足4 m水深要求。

规划工况通榆河断面按照地涵南北均为底宽

表4 通榆河(大套-射阳河段)不同工况节点水位计算成果

工况	序号	阜宁水位/m	供水流量/(m ³ /s)	大套二站站下水位/m	滨海枢纽节点水位/m	滨海枢纽处是否满足4 m水深
现状工况	1	0.20	100	-0.07	0.02	是
	2	0.20	100/150	-0.45	-0.26	否
设计工况	3	0.20	100	0.04	0.09	是
	4	0.20	100/150	-0.15	-0.07	否
	5	0.20	100/150	-0.10	-0.03	否
	6	0.20	100/150	0.01	0.08	是

60 m、底高程-4.20 m的水利扩大断面方案计算,供水流量为100~150 m³/s,大套二站站下水位满足运行要求,滨海枢纽处水位不能满足4 m水深要求。

规划工况通榆河断面按照地涵以北底宽60 m、底高程-4.20 m,以南底宽70 m、底高程-5.00 m的扩挖断面方案计算,供水流量为100~150 m³/s,大套二站站下水位满足运行要求,滨海枢纽处水位为0.08 m,满足4 m水深要求。

综上,阜宁节点水位为设计供水水位0.20 m、通榆河供水流量100 m³/s时,大套二站站下水位均满足运行要求,滨海枢纽处水位满足二级航道4 m水深要求;但规划年通榆河供水流量提高至100~150 m³/s时,滨海枢纽处水位不能满足4 m水深要求,需进一步扩挖河道断面。

4 结论与建议

根据《内河通航标准》,阜宁节点综合历时曲线法1990—2023年98%保证率水位为0.34 m,保证率频率法98%保证率5年一遇水位为0.15 m、10年一遇水位为-0.01 m。设计最低通航水位计算成果差异性较大,需进一步分析,综合研判计算成果。

根据Mike模型水动力学计算结果,现有航道设计断面在规划年份通榆河供水流量100~150 m³/s时滨海枢纽节点水位不能完全满足二级航道4 m水深

要求,抬高最低通航水位可解决水深问题,但水利规划无法保障0.20 m以上的阜宁节点水位,需进一步扩挖河道断面。

根据“两网协同”理念,结合此河段已有最低通航水位设计成果,推荐通榆河大套至射阳河段最低通航水位大套二站站下维持-0.20 m,阜宁节点维持0.20 m。阜宁节点水位0.20 m对应综合历时曲线法保证率高于98%,若维持现航道设计方案,规划年滨海枢纽水深若不能满足二级航道水深要求时,需适时采取限航等措施。

参考文献:

- [1] WANG X Y, LI Y T. Study on the lowest navigable water level[J]. Journal of Sichuan University (Engineering science Edition), 2005, 37: 118-123.
- [2] 中华人民共和国交通部. 内河通航标准: GB 50139—2014[S]. 北京: 中国交通出版社, 2014.
- [3] 徐锡荣, 白金霞, 陈界仁, 等. 韩江干流航道设计最低通航水位探讨[J]. 水利水电科技进展, 2011, 31(6): 66-68, 79.
- [4] 赵燕. 内河航道设计最低通航水位推求探讨[J]. 中国水运, 2022(10): 96-97.
- [5] 夏旭江, 庄宁, 徐兴年, 等. 弯曲航道通航水流特性及船舶运动特性数值模拟[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2026, 54(1): 138-147.