

内河航道设计最低通航水位推求探讨

赵燕

(江西省港航设计院有限公司, 江西 南昌 330008)

摘要:以长江源流某内河航道为例, 在分析水文资料一致性的基础上确定出河段最小通航流量, 并提出内河航道设计最低通航水位推求的基本方法, 通过水位相关分析法的应用推求出内河航道设计最低通航水位, 最后通过沿程实测水面线进行了成果合理性验证。结果表明, 水位相关分析法对于内河航道设计最低通航水位的推求十分适用, 推求结果精确度高。

关键词:内河航道; 设计最低通航水位; 水尺; 推求

中图分类号: U612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0096—02

1 航道概况

长江源流某内河航道长 165km, 流域地势南高北低, 并向东西向倾斜, 流域险滩段较多, 流态复杂。当前该航道通行等级仅为 V 级, 航道水深为 1.8m, 航弯 40m, 弯曲半径 320m, 常年通行 300~350t 船舶。按照《长江干线航道总体规划纲要》所规定的建设目标, 至 2025 年应将该航道建设成为 III 级航道标准, 并形成大型船舶江海直达的目标。为此必须按要求对该长江干线内核航道进行升级改造, 使其达到 1000t 级船舶通行的 III 级航道标准。该内河航道主要分布有高江水文站和五桥水文站, 前者与内河河口相距 25.8km, 处于内河河段末端, 且河段内并无较大支流汇入。本研究主要以高江水文站为依据站, 进行航道设计最低通航水位推求。

2 设计最小通航流量确定

2.1 依据站水文资料

2008 年该内河上游干流建成以灌溉和供水为主, 兼具防洪、发电、旅游、养殖等功能的坪坝水利枢纽, 枢纽工程坝址以上控制流域面积 24.13km², 总库容及调节库容分别为 12.21 × 108m³ 和 7.65 × 108m³。2012 年该内河上游支流又建成具有发电、防洪拦沙等作用的王沟水电站枢纽工程, 总库容及调节库容分别为 52.8 × 108m³ 和 38.7 × 108m³。结合现有研究成果, 该内河上流干流、支流梯级运行对流域下游枯水期流量具备明显的补偿作用。

本文收集到高江水文站 1990~2020 年共 30a 日平均流量资料, 根据河道内坪坝水利枢纽和王沟水电站的建成时间, 将高江水文站水文资料划分成 1990~2004 年、

2005~2011 年、2012~2020 年三个系列。三个系列月流量均值具体见图 1。

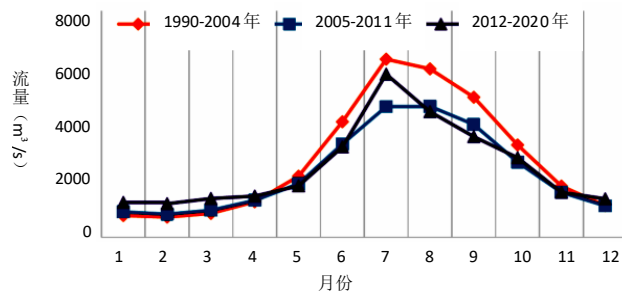


图 1 三个系列月流量均值

从图中得知, 河道内坪坝水利枢纽和王沟水电站梯级建成后, 高江水文站枯水期 (11 月 ~ 次年 4 月) 月流量均值表现出较大幅度的增加, 最枯月份 (2 月) 的流量均值从梯级建成前的 720m³/s 增大至 1179m³/s; 汛期 (7~9 月) 流量均值则呈减小趋势, 径流调节作用十分突出。这也说明河道上游坪坝水利枢纽和王沟水电站梯级建成后对高江水文站径流一致性有较大影响。结合《港口与航道水文规范》(JTS145-2015) 的具体要求, 本文主要以河道梯级建成后的 2012~2020 年的资料进行该河道设计最小通航流量计算。

2.2 河道设计最小通航流量

根据该河道梯级建成后 2012~2020 年的水文资料绘制高江水文站流量历时曲线, 历时保证率分别为 98% 和 95% 时的流量为 897m³/s 和 1031m³/s。相关学者所提出的该河段达到 III 级通航能力所对应的最小流量应为 940m³/s, 综合已有研究成果及流量历时曲线分析结果, 本文将河段航道整治设计最小通航流量确定为 940m³/s, 所对应的历时保证率 98%。

3 设计最低通航水位推求

3.1 基本方法

该航道所在流域沿程水位受地形及流量影响较大,故在沿程水位推算时应假设某一时段内河道地形保持不变,水位主要受断面流量的影响,且河道流量受河槽调蓄作用后衰减、坦化。本文采用统计学中的相关分析法明确各断面间水位相关关系,根据已知断面水位推求其余断面水位^[1]。为保证水位计算精度,河段应设置若干组基本水尺并进行一个水文年的观测,保证基本水尺的可靠。先构建起基本水尺和依据站水位相关关系,基于依据站水文特征推算基本水尺水位特征,再构建临时水尺和基本水尺水位相关关系,得出临时水尺水位特征值,根据上下水尺水位线性插值计算水尺间水位^[2]。

在工程河段范围内设置 JB1、JB2、JB3、JB4、JB5、JB6 共 6 把基本水尺,并结合险滩水流比降实际布设 LS1~LS10 共 10 把临时水尺。从 2020 年 3 月 1 日~2021 年 2 月 31 日开始逐时观测水位。

3.2 水位流量关系

高江水文站河床基本为岩石,中低水位右岸为 30m 宽的平坦台地,待测河段在断面峡谷中段,河道在峡谷的约束下转弯,高水控制作用明显,历年冲淤变化小,且水位流量关系线基本重合。因河床变化而引起的水位变化较小,所以年际间水位-流量转换具有相同基础。

3.3 基本水尺与水位相关线

根据高江水文站基本水尺同步观测水位资料,绘制上下游水位逐时过程对比图,基本水尺和该水文站水位过程表现出较好的峰谷对应性。通过比较可知,以高江水文站分级进行分段拟合的相关性比水位整体拟合的相关性更好,故以高江水文站基面水位 264m 为分级水位进行基本水尺与高江水文站相应水位相关关系拟合。

3.4 临时水尺与基本水尺水位相关线

为进行险滩设计最低通航水位推求,除在整治河段设置 6 把基本水尺外,还增设 10 把临时水尺进行水位逐时同步观测,观测时间 3~7d。在综合考虑水流传播历时、峰谷水位的基础上构建基本水尺和临时水尺的相关关系线。

3.5 最低通航水位成果

根据对该内河航道水文条件的分析发现,其河道内坝闸水利枢纽和王沟水电站梯级建成后河道水文条件改变,枯水期流量显著增大,应选择水文条件改变后具有代表性的资料。故设计最小通航流量取 $940\text{m}^3/\text{s}$,高江

水文站设计最低通航水位为 262.45m。根据高江站设计最低通航水位以及基本水尺和高江站水位相关关系计算基本水尺断面设计通航水位;根据基本水尺设计最低通航水位以及临时水尺和基本水尺水位相关关系计算临时水尺断面最低通航水位^[3]。结合实测结果,观测期内河道流量基本稳定在 $880\sim 1100\text{m}^3/\text{s}$ 范围内,与设计流量接近。基于水位相关线所推求的设计通航水位成果的合理性通过沿程实测水面线验证,结果详见表 1。通过水位相关线法所推求的设计通航水位和对应流量下实测水面线成果基本吻合,差距最大仅为 0.15m,这也表明水位相关线法对于内河航道设计通航水位推求完全适用,且推求结果精度高。

表 1 设计通航水位(设计最小通航流量 $940\text{m}^3/\text{s}$)

水尺	与河口 距离 (km)	推算水 位(m)	实测水 位(m)	水位差 (m)	水尺	与河口 距离 (km)	推算水 位(m)	实测水 位(m)	水位差 (m)
JB1	68.51	301.12	301.19	-0.07	LS6	47.10	287.48	287.63	-0.15
LS1	66.26	301.14	301.25	-0.11	LS7	43.01	285.94	285.88	0.06
LS2	64.14	299.21	299.29	-0.08	JB4	42.55	284.04	284.04	0.00
LS3	63.01	297.85	297.99	-0.14	LS8	40.73	283.82	283.93	-0.11
LS4	59.43	297.02	297.00	0.02	JB5	38.00	281.94	282.00	-0.06
JB2	52.11	294.54	294.48	0.06	LS9	37.90	279.56	279.68	-0.12
LS5	50.85	292.78	292.90	-0.12	JB6	35.41	278.06	278.21	-0.15
JB3	48.72	291.81	291.85	-0.04	LS10	33.56	275.18	275.31	-0.13

4 结论

综上所述,内河航道上游梯级建设对河道径流存在明显的调节作用,且对下游水文站径流资料存在较大的一致性影响,也影响设计最低通航水位推求时资料的选取。本文应用水位相关线法构建起临时水尺和基本水尺相关关系,并根据基本水尺水位特征推求临时水尺水位特征,通过插值计算水尺间水位,所得到的设计最低通航水位推求成果精度有保证。

参考文献:

- [1] 洪强,黄建九.长江宜昌站设计最低通航水位有关问题探讨[J].珠江水运,2020(24):77-80.
- [2] 王昆.浅谈内河限制性航道可通航区域动态变化[J].中国水运(下半月),2020,20(03):35+97.
- [3] 郑静,邓丰昌.平原河网地区内河航道设计最高通航水位取值[J].水运工程,2017(11):104-108.