

浈江周田枢纽 1000 吨级船闸平面布置研究

李倩

(广东省航道测绘中心(广东省航道技术保障中心), 广东 广州 510115)

摘要: 周田枢纽位于广东省韶关市, 距离韶关市浈江口约 31km, 周田枢纽位于北江航道扩能升级工程研究范围内, 根据浈江腹地水运量发展情况, 预测了周田枢纽潜在货运通过量, 确定了周田枢纽船闸建设规模。结合河道水文特性、河床演变情况和动床物理模型试验研究成果, 对周田枢纽船闸上下游口门区布置进行了优化, 优化后水流条件满足规范要求。

关键词: 周田枢纽; 船闸; 平面布置

中图分类号: U641.2 **文献标识码:** A

文章编号: 1006—7973 (2022) 12—0117—03

1 枢纽概况

浈江, 发源于江西省信丰县石碣, 由东北向西南流经江西信丰、崇义、广东南雄、始兴、仁化、曲江和韶关市区, 至韶关市沙洲尾与武江汇合后称为北江, 全长 211km, 流域面积 7,554km², 河面宽度约 60~200m, 河床平均比降 0.617‰。

周田枢纽所在河段为周田圩(从浈江口起 K30+000)至万家村(从浈江口起 K36+000)6km 河段, 河道处于天然河道状态。该河段整体呈现连续 90° 折弯态势, 其中上弯段为 S 型微反弯段, 中间段为弯曲分叉段, 下段为顺直河段, 其中周田枢纽位于中间段处。



图 1 周田枢纽鸟瞰图

2 建设规模

(1) 运量预测。随着北江流域经济的快速发展, 以水泥、煤炭、矿建材料以及木材等大宗散货为代表的货运需求增加迅猛, 北江水运量需求大幅度增加。浈江作为北江的主要支流, 是联通粤北山区和珠三角地区的重要纽带, 水运将在大型工业项目布局中发挥重要作用。根据预测, 预计周田枢纽 2030 年水路货运量为 580~660 万 t; 2035 年水路货运量为 829~935 万 t; 2045 年水路货运量将达到 1,150~1,310 万 t。现状周田枢纽无通航设施, 难以满足腹地对水运的需求, 船闸的建设迫在眉睫^[2]。

(2) 航道规划。2020 年, 广东省交通运输厅印发

的《广东省航道发展规划(2020~2035)》, 提出浈江韶关~周田大桥 37km 航道发展规划技术等级为内河 III 级航道, 同时对浈江流域粤赣运河提出远期展望近期实现航道资源的合理保护, 做好航道管理维护。这为船闸工程的建设提供了规划支撑。

(3) 船闸建设规模确定。随着北江干流千吨级航道建成, 北江干流船舶大型化趋势明显, 结合航道发展规划和腹地货运量的需求, 周田枢纽船闸建设规模确定为 1,000t 级船闸(III 级船闸)。

3 河床演变分析

河道所处为山区河流, 由两岸多山和峭壁形成固定边界和控制节点, 对河道水流的约束作用显著, 从而形成现有总体滩槽态势。比如亚公鬃急弯滩、矮子杨村弯道河段凹岸冲刷明显形成深槽, 涯婆石村矶头处岬角效应将形成冲刷深坑, 出涯婆石村矶头处, 河道放宽段卵石堆积水深较浅, 分汊河道交汇段下游河道缩窄, 河道冲深。

图 2 给出了 2010~2016 年变化图, 总体而言, 由于湾头枢纽的回水至亲联村以下, 周田枢纽河段基本仍处于天然河道状态, 河道延续了自然演变趋势, 有冲有淤, 整体呈冲刷态势, 冲刷幅度在 2m 以内, 局部变化幅度达到 3m, 主要受到了人工或者枢纽建设采砂影响。旧周田圩至平铺村上游 500m 处, 河道较窄, 冲刷幅度为 1~2m; 平铺村大肚子河段, 特别是在河道展宽处, 流速突然减缓, 河道处于 1m 以内微淤状态; 矮子杨村附近尽管河道窄流速大, 仍有泥沙淤积, 可能由于周田枢纽电厂建设阻水作用所致; 周田枢纽下游特别是右岸河床下切, 由于船闸建设开挖的基坑尚未恢复; 分汊河道的进口处仍有淤积, 淤积幅度为 1~2m; 分汊河道下段及汇合口下游窄深段, 普遍冲刷 1~3m, 局部出现 3m

以上的深坑，由于人工采砂所致。

结果表明，枢纽建成后，坝上水深均在5m以上。枢纽下游分汊河段至尾部水深均不满足3m，需要进行开挖，分汊河段以下段，除了零星的浅滩段，水深均满足3m航深条件。

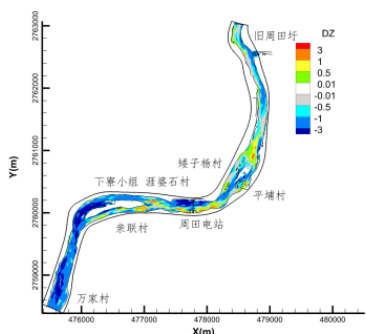


图2 2010~2016年冲淤变化图

4 船闸总体布置

4.1 布置原则

(1) 根据地形地质条件、枢纽建筑物、一线船闸以及周边建筑物分布情况，因地制宜进行船闸总体布置，协调好与一线船闸及枢纽其他建筑物的关系，尽可能布置紧凑，减少征地和移民^[1]；

(2) 船闸上、下游引航道与上、下游河道深槽的平顺连接；上、下游引航道口门区水流条件满足规范要求；

(3) 协调好船闸的布置与分期施工方案，减少对现有枢纽及船闸正常运行的影响；

(4) 近、中、远期相结合，与航道建设相匹配，与航运发展相适应；

(5) 结合工程实际充分利用现有资源，以降低工程投资。

4.2 轴线选择

根据现场踏勘、地形地貌及建筑物分布情况，综合工程占地、与永久基本农田关系、与丹霞山风景名胜界红线关系、土方量、地质条件、拆迁移民、交叉管线、施工展布、对外交通等建设条件分析，周田船闸做了左右岸船闸线位进行了比选。

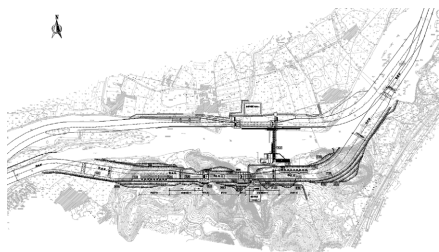


图3 周田船闸轴线线位比选图

周田枢纽左岸（南侧）分布有电站厂房，船闸与枢

纽电站位于同岸，间距较小，方案布置有一定的干扰。船闸施工，尤其是基坑开挖对发电影响较大。且工程拆除枢纽管理区，对其运营管理影响较大。此外左岸为山体，地势较高，施工不易展布。故船闸线位推荐右岸方案。

4.3 右岸船闸布置方案

受限于现有枢纽的位置，周田枢纽布置在连续反弯河段，这造成了船闸布置难度大。为避免下游引航道的开挖对下寮村的影响，下游引航道右侧采用直立式导航墙，减少村庄的征地拆迁。而由于上游引航道直线段长度受限，无法再布置1倍设计船型长度的调顺段，因此为避免将停泊段布置于引航道直线段外，上游引航道采用曲线导航墙，使其具备导航与调顺功能，船舶采用曲线进闸、直线出闸方式过闸。船闸平面布置方案见图4。

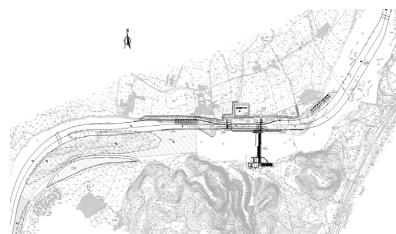


图4 周田船闸右岸平面方案图

5 物理模型研究

5.1 右岸方案水流条件

整治工程方案实施后，对于上游引航道口门区，由于处在弯道处，引航道口门存在横流，250及550流量下，通航水流条件满足，至980流量口门开始出现横流，横流大小为0.3~0.5m/s^[3]。上游口门区横流流速详见表1。

表1 上游口门区横流

组次	流量级 (m ³ /s)	横流范围	横流强度 (m/s)
1	980 (电站满发)	堤头上游 0-100m	0.31-0.56
2	980 (电站关闭)	堤头上游 0-144m	0.31-0.64
3	1,450	堤头上游 0-150m	0.31-1.01
4	1,945	堤头上游 0-160m	0.31-1.1m

下游引航道口门区，存在较大问题，由于坝下至洲尾河段为脱水段，航道大规模的开挖使得右汊吸流严重，水流从导航墙头部汇入右汊，各级流量下导航墙头部均存在严重横流。洲的左右汊汇合段为急弯段，左右汊的分流比影响汇流段通航条件，需控制左汊分流比，否则对右汊顶冲严重，汇流处横流较大，不满足通航水流条件。下游口门区横流流速详见表2。

表2 下游口门区横流

组次	流量级 (m ³ /s)	横流范围	横流强度 (m/s)
1	250	导墙下游 60-150m	0.3-0.9
2	550	导墙下游 60-190m	0.3-1.8
3	980 (电站满发)	导墙下游 0-215m	0.3-2.2
4	980 (电站关闭)	导墙下游 0-215m	0.3-1.47
5	1450	导墙下游 0-350m	0.3-1.6
6	1945	导墙下游 0-400m	0.3-1.23

5.2 上游引航道平面布置优化

5.2.1 优化思路

结合模型试验对上游引航道条件进行优化,优化思路为:

思路1:一方面调整停泊区至上游缓流区河段,减小导流墙长度,减小进入口门区流量进而减小堤头横流;同时引航道航线向右岸调整,减小引航道航线与水流的夹角。

思路2:另一方面,对上游的凸岸进行切滩,进一步减小水流与航线的交角,同时堤头设置透空,使得进入引航道的水流从底部分散流出引航道,进入主流,进一步减小口门区横流。

5.2.2 优化方案

为了更好地改善通航水流条件,在堤头设置透空方式,使得进入口门区的横流从底部流出,减小表面横流,底部透空采用50%的透空率,设置透空段的高度为2.7m。在现有的180m导流墙长度的基础上,堤头延伸设置45、90、135m的透空长度,观看其透空效果。90m情形下口门处满足通航水利条件。

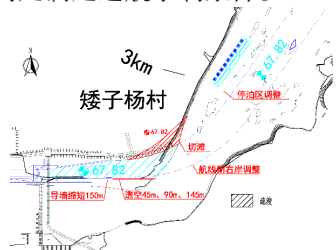


图5 上游引航道优化方案

5.3 下游引航道平面布置优化

5.3.1 优化思路

下游侧由于右汊分流集中于导流墙头部,横流严重,同时右汊需要保持一定的分流比,满足交汇段水流条件。优化思路如下:

思路1:考虑延伸导流墙至洲体头部,对右汊进行封堵,保证引航道口门区的通航水流条件,同时观察洲尾交汇段的左汊对右汊顶冲的水流条件。

思路2:在思路1的基础上,考虑如果洲尾汇流区通航水流条件不满足,则导流墙头部堤头采用透空形式,

进行分散水流,使得右汊流量通过透空堤分散进入引航道口门,减弱横流,一方面满足口门区的水流条件,另一方面保证了右汊的分流比,满足洲尾汇流段的通航水流条件。

思路3:在思路2的基础上,若无法找到同时满足堤头横流及洲尾汇流的通航条件方案,则需要开挖洲体,重新塑造新的河槽,使得引航道口门区成为遮蔽缓流区,洲体尾部急弯段双汊汇流格局转变为单一弯曲河道态势,彻底解决通航水流条件问题。

5.3.2 优化方案

在洲体全挖、导流堤延伸90m方案的基础上,弯道处航线向河中心调整75m,使得航线趋于河道中心,减小弯曲半径,调整后的方案如图6所示。航线调整完毕后,弯道处横流满足通航水流条件。

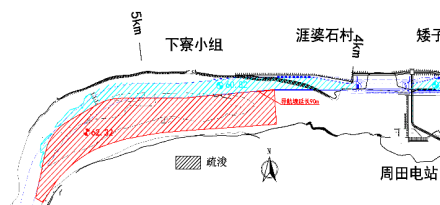


图6 下游引航道优化方案

6 结论

(1) 船闸平面布置应结合周边环境,因地制宜进行,船闸上、下游引航道与上、下游河道深槽的平顺连接;上、下游引航道口门区水流条件满足规范要求。

(2) 对于河道弯曲的山区航道,引航道直线段布置受限的情况下,引航道停泊区可考虑布置在主航道缓流区河段。

(3) 透空式防波堤对于改善船闸引航道口门区水流条件有着明显作用,但透空导流墙长度需根据模型确定,过短或过长对于改善船闸口门区水流条件作用不明显。

(4) 船闸口门区布置在分汊河段的一汊,需要重点研究河道分流比,如有必要,对洲头进行挖除,重塑河槽对于改善口门区水流条件作用明显。

参考文献:

- [1] JTJ305—2001, 船闸总体设计规范[S]. 人民交通出版社, 2001.
- [2] 北江航道扩能升级上延工程[R]. 中铁建港航局集团勘察设计院有限公司, 2020.
- [3] 北江航道扩能升级上延工程周田枢纽定床物理模型研究[R]. 南京水利科学研究院, 2018.