



江西赣江新干航电枢纽平面布置

黄明红¹，罗少桢²，韩巍巍²

(1. 江西省港航管理局界牌航电枢纽管理处，江西 鹰潭 335001；2. 中交水运规划设计院有限公司，北京 100007)

摘要：江西新干航电枢纽工程是赣江赣州以下河段的第 5 个梯级，是一座以航运为主、兼有发电等综合利用功能的大(2)型航电枢纽。枢纽主要建筑物由船闸、泄水闸、电站、鱼道以及两岸土坝等组成。工程布置区域，河道基本顺直，左、右岸布置船闸或电站均有需要解决的问题。本文从地形地质、通航条件、预留二线与征地拆迁、工程量与投资等方面进行析比选，通过研究船闸上、下游口门区以及电站上、下游水流条件，最终确定“左船闸、右厂房”的平面布置方案。

关键词：赣江；新干航电枢纽；平面布置

中图分类号：U 641 文献标志码：A 文章编号：1002-4972(2015)12-0108-05

General layout of Xin' gan hydro-junction in Jiangxi province

HUANG Ming-hong¹, LUO Shao-zhen², HAN Wei-wei²

(1. Jiangxi Port Management Bureau Jiepai Navigation & Hydropower Junction, Yingtan 335001, China;
2. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: Xin' gan hydro-junction is the fifth junction on Ganzhou downstream of the Ganjiang River. It has the functions of navigation, electric power generation and other social benefits. The main structures include shiplock, water release gates, power house, fish passage and earth-filled dam. The riverway section, where the hydro-junction is located in, is straight. There are problems to be solved when the shiplock is placed on the right or left side of the river. The general layout of Xin' gan hydro-junction is discussed from aspects including topographical and geological condition of site, navigation conditions, reserved for the second-line shiplock, removing houses, project investment, etc. The upstream and downstream flow conditions are researched, including the power house, entrance of shiplock approaching channel and so on. The plan of “shiplock on the left and power house on the right” is recommended based on general demonstration.

Keywords: Ganjiang river; Xin' gan hydro-junction; general layout

赣江是江西省第一大河流，全长约 800 km。根据江西省《赣江流域规划报告》^[1]，赣州以下河段分 6 级开发，自上而下依次为：万安、泰和、石虎塘、峡江、永泰和龙头山。依据规划，永泰（现名新干）枢纽是一座以航运为主、兼有发电等综合利用功能的大(2)型航电枢纽工程。枢纽主要建筑物由船闸、泄水闸、电站、鱼道以及两岸土坝等组成，经综合比较，推荐坝址（即新

干坝址）位于三湖镇上游约 1.5 km，正常蓄水位推荐采用 32.5 m。

1 枢纽布置原则

1) 结合工程布置区河道基本顺直、两岸设有堤防、覆盖层较厚的地形、地质条件，考虑枢纽布置将影响主流流向并且存在冲刷的特点，合理进行船闸总体布置，使船闸上、下游引航道与天

然航道平顺连接, 且使口门区和连接段的通航水流条件满足船舶安全进出闸的要求。

2) 根据本工程的开发任务, 为发电提供有利的水流条件, 以提高发电效率。

3) 赣江为雨洪式河流, 洪水一般由暴雨形成, 具有峰高量大、陡涨陡落的特点。库区两岸地势较低, 枢纽布置应重视防洪度汛等问题, 在满足枢纽泄洪要求的前提下合理布置泄水建筑物。

4) 在满足枢纽泄洪要求和船闸安全营运的前提下, 尽量减少各主要建筑物在不同工况下的相互干扰, 兼顾工程施工布置、施工期临时通航和利用二期围堰挡水提前发电的要求, 以及便于运行管理等。

5) 枢纽的布置要求美观大方, 交通便利, 尽量降低工程造价。

2 平面布置方案比较

推荐坝址处河面开阔, 河床内具备同时布置挡泄水建筑物、通航建筑物及电站等水工建筑物的条件, 枢纽总体布置采用集中布置的方式。坝址河道呈微“S”形河弯, 右岸为凸岸, 左岸为凹岸, 主河槽位于左岸, 右岸设有丁坝群。根据《渠化工程枢纽总体设计规范》^[2]的有关规定及要求, 结合工程区域河势分布、地形地质以及通航等条件分析, 推荐坝址处左、右岸均有布置电站厂房、船闸的条件。

枢纽布置考虑船闸与电站厂房分开布置与联合布置 2 种形式。若船闸和电站厂房联合布置, 由于上述建筑物占用了主河道, 则部分泄水闸需布置在滩地上, 泄洪水流流态较差, 泄洪能力受到影响, 并且施工存在较大干扰, 施工强度大。同时, 船闸下游口门区受电站尾水水流的影响, 通航条件会变差。因此枢纽总平面布置采用船闸与电站厂房分开布置, 并分别对方案 1 (左船闸、右厂房) 和方案 2 (左厂房、右船闸) 两种方案进行综合比较 (图 1)^[3]。

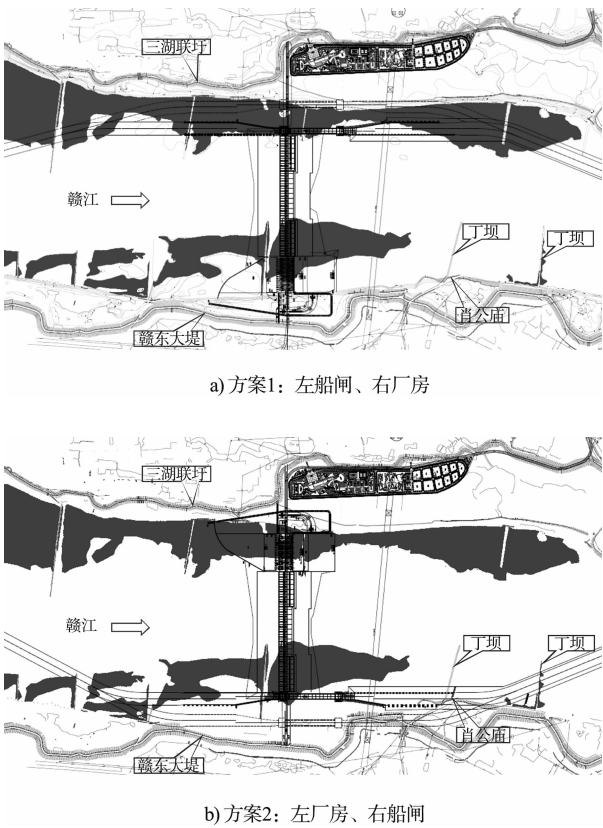


图 1 枢纽平面布置

上述两方案在布置上的共同点是主要建筑物沿坝轴线依次平行布置、利用公路桥衔接坝顶与左右岸的交通等, 不同点主要在于电站厂房与船闸的位置不同, 以及由此带来的各建筑物间相对位置的变化。

1) 地形地质条件。

河床左、右侧地形、地质条件基本相同, 略有不同的是左侧河滩深部基岩崩解性稍强, 右侧河滩基岩面略深, 且下游引航道处有丁坝群, 航道通畅性稍差。因此从地质条件比较, 方案 1 地质条件的适应性略好。

2) 通航条件。

坝址处主航道在左侧, 若将船闸布置在左岸, 上、下游引航道与主航道衔接较顺畅, 更有利于船闸的通航; 若将船闸布置在右岸, 则上、下游连接段航道须横穿主河槽才能与天然航道衔接, 通航条件较差。因此从通航条件比较, 方案 1 较优。

3) 预留二线船闸与征地拆迁。

对于方案 1, 船闸及二线船闸布置在滩地内, 能够满足二线船闸直线段的布置要求, 且上、下游引航道均能顺利与主航道连接, 不会引起额外的拆迁量; 而对于方案 2, 二线船闸布置较为困难, 须移建部分赣东大堤, 并拆除肖公庙, 代价稍大, 会增加部分拆迁量。因此从拆迁量方面比较, 方案 1 较优。

4) 主要工程量及投资。

两方案投资基本持平, 方案 2 投资略高。

5) 方案比选。

两方案均能满足枢纽平面布置要求, 并且开挖量相当, 施工导流、布置及工期等基本一致, 工程造价基本持平。方案 1, 船闸布置在主河槽处, 通航条件较好, 后期维护费用小, 利于布置二线船闸, 工程投资较少。方案 2, 因右岸有丁坝群, 石方开挖量大, 并且引航道地处高漫滩, 淤积量较大; 引航道位于右岸, 主河槽位于左岸, 不利于与主航道的衔接, 通航条件较差; 厂房位于左岸漫滩地, 开挖量相对方案 1 有增加, 且与岸坡相接的进口拦砂坎的长度也略有增加; 坝址处下游右岸堤外有肖公庙 (省级文物保护单位), 需拆除; 二线船闸平面布置较困难; 工程造价较高。

因此, 枢纽平面布置推荐方案 1——船闸布置在左岸, 厂房布置在右岸, 中间布置泄水闸, 并在左岸预留二线船闸位置。

3 平面布置关键影响因素及改善措施^[4]

3.1 关键影响因素

1) 船闸上游引航道口门区及连接段通航水流条件。

在枢纽泄洪通航工况下, 由于上游来流与上游引航道口门区和连接段均存在一定夹角, 上游引航道口门区尤其是靠近引航道入口的区域, 主流与航道中心线形成较大夹角, 同时主流流速值较大, 从而导致口门区范围内横向流速均较大, 最大值达到 1.06 m/s, 远超过规范允许值^[5]; 而

连接段由于横穿过主流区, 其横向流速亦远超过规范允许值, 最大值达到了 1.1 m/s。

在电厂发电工况下, 只要采取合适的闸门调度方式即可有效减小口门区的横向流速, 但连接段仍由于主流与航线夹角较大而导致横向流速无法满足规范要求, 最大值为 0.43 m/s。

此外, 现布置下口门宽度略显偏窄, 不利于船舶顺利进入引航道。

2) 船闸下游引航道口门区及连接段通航水流条件。

在枢纽泄洪通航工况下, 由于下游连接段与主流夹角较大, 因而导致连接段内的横向流速较大, 最大值达到 0.93 m/s, 远超过规范允许值。

在电厂发电工况下, 无论采取何种闸门调度方式, 回流流速最大值为 1.04 m/s, 不满足规范要求, 且其连接段横向流速超标问题仍无法解决, 最大值为 0.83 m/s。

此外, 现布置下口门宽度略显偏窄, 不利于船舶顺利进入引航道。

3) 电站上游水流条件。

在水库低水位运行工况下, 电站上引渠在挡沙坎后存在明显的水面降落, 主要是受泄水闸右 7 孔与电站厂房之间隔墙及拦沙坎高度的影响, 低水位下电站上引渠来流断面较小, 且具有一定的侧向引水特性, 越坎水流水头损失较大, 在挡沙坎前后形成明显的跌流, 不利于电站的运行。

4) 电站下游水流条件。

电厂下游丁坝群导致电厂下泄水流受到一定阻碍, 一方面会影响到通航水流条件, 另一方面也会影响到电厂的出力。

3.2 改善措施及效果分析

3.2.1 船闸上游引航道口门区及连接段

改善措施①: 根据已有工程经验, 解决上述问题的措施主要有设置透空式导航墙、独立式菱形导流墩和调整上游岸线等。多组优化方案表明, 由于船闸轴线与上游来流存在较大夹角, 即使在引航道口门区设置一道底部透空式导航墙, 导航墙向河道方向张开 10°角, 仍然无法解决引航道口

门区横向流速偏大的问题,同时船舶也不易顺利进入引航道。考虑船闸上游存在一定范围的回流区,该区域不占行洪断面,结合赣江石虎塘、峡江枢纽经验,在其上游左岸设置直立式导墙,在不减小行洪断面、不产生额外雍高值的前提下,一方面可以将大部分上游来流导向泄水闸,减小来流与船闸轴线的夹角,另一方面也可使船舶沿导墙航行,以顺利进入引航道(图2)。

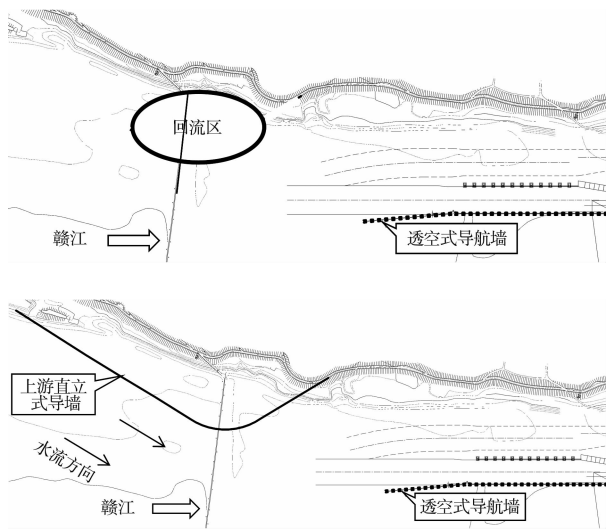


图2 船闸上游改善措施①平面布置

效果分析①:与原布置方案相比,水位雍高基本一致,上游引航道口门区范围内上游来流夹角与船闸轴线夹角已大大减小,若船舶沿上游导墙航行进入引航道口门区,则其航行方向与来流方向基本一致,因此水流横向流速的影响大大降低。纵向、横向流速以及回流流速基本满足规范要求。

改善措施②:措施①中,船闸上游左岸回填工程量较大,并且水利部门认为该方案会对行洪产生一定的影响。经综合考虑,拟采用旋转船闸轴线来改善上游引航道口门区水流条件,即:将船闸上游航道航线顺时针旋转10°,使航线尽可能与水流方向一致,从而有效减小了横向流速;以下游引航道分水墙末端为原点将船闸向左岸旋转2°,原引航道口门区范围内设置与原分水墙成5°夹角的十跨底部部分透空式导航墙(150 m)以及一个菱形导流墩(图3)。

效果分析②:在枢纽泄洪通航以及电厂发电工况下,口门区及连接段航道范围内纵向流速小于2 m/s、横向流速小于0.3 m/s、回流流速小于0.4 m/s,并且船舶有足够的范围进行刹车,保证顺利进入上游引航道。

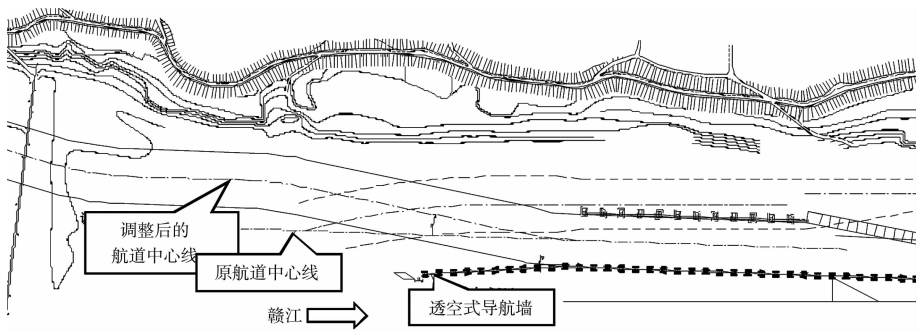


图3 船闸上游改善措施②平面布置

3.2.2 船闸下游引航道口门区及连接段通航水流条件

改善措施:原布置方案下游航道距河岸仍有一定距离,船舶在连接段航行时受到下泄水流横向流速影响,可适当靠岸侧航行以减小其影响。因此,仅考虑在船闸引航道与泄水闸间分水墙下游设置与上游类似的外张底部透空式导航墙,即

可降低引航道口门区内的横向流速和回流,又方便船舶顺利进入引航道(图4)。

效果分析:在枢纽泄洪通航以及电厂发电工况下,由于采用了透空式导航墙,使得下泄水流分散进入下游引航道,从而减弱了回流,且水流与航道夹角较小,因而下游引航道及口门区水流条件均满足规范要求。

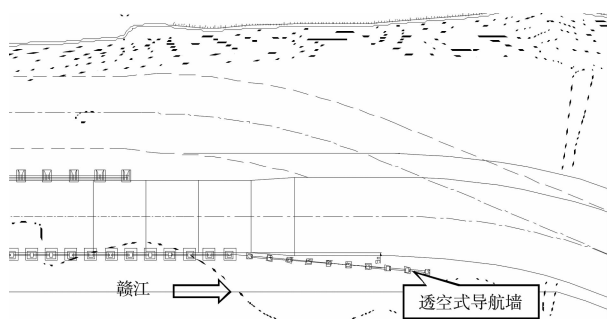


图4 船闸下游引航道口门区布置

3.2.3 电站上游水流条件

改善措施：将电站拦沙坎顶高程由 27.0 m 调整为 26.0 m，并且整体向上游平移 42 m，其顶点与泄水闸上游斜坡底部平齐，平移后将产生的 42 m 长度范围内靠近电站的 31.5 m 范围开挖至 21.0 m 高程，其余 10.5 m 范围用 1:3 的斜坡与上游 24.5 m 高程相接；将电站与泄水闸间的隔墙延长至与拦沙坎顶点相交，其顶高程仍与拦沙坎一致，为 26.0 m；同时将电站与泄水闸间高出水面隔墙迎水面形式由直立方形调整为斜面圆弧形（图 5）。

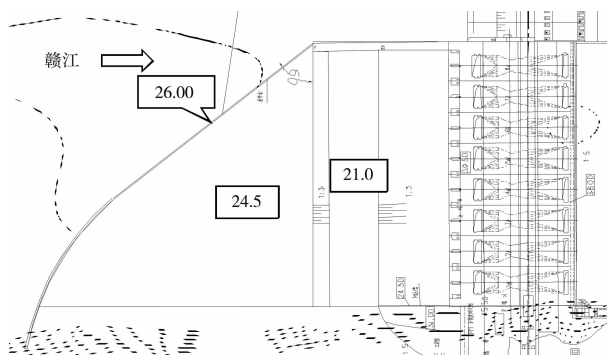


图5 电站上游平面布置

效果分析：在此布置下，拦沙坎水面跌落以及电站机组进水口上方的旋转水流现象基本消除，电站上游进口水流流态大为改善。

3.2.4 电站下游流态

改善措施：将电站下游滩地开挖至 22 m 高程，下游第 1 道丁坝仅保留靠岸的 1/6 长度，第 2 道丁坝保留靠岸的 2/3 长度（图 6）。

效果分析：在推荐的丁坝拆除和滩地开挖方案下，电站下游水位基本无壅高，最小下泄流量下水流归槽良好。

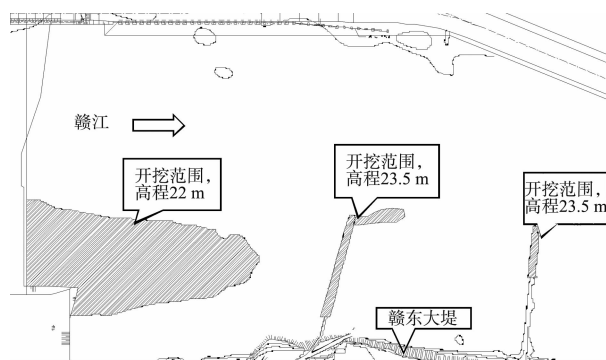


图6 电站下游平面布置

4 结论

1) 根据本工程河床面开阔的特点，枢纽总体布置采用集中布置的方式，并且考虑泄洪能力、水流流态、施工组织等因素后，枢纽布置采用船闸与电站厂房分开布置；综合考虑地形地质、通航、拆迁、投资等因素，推荐船闸布置在左岸，厂房布置在右岸。

2) 针对原布置方案下船闸上、下游引航道口门区横向流速偏大及较强回流的问题，提出将船闸以下游分水墙为中心整体向左岸旋转 2°，调整上游航线布置，同时在原口门区外设置底部透空式导航墙及菱形导流墩的措施，有效改善了枢纽通航水流条件。

3) 针对原布置方案下电站上游有明显水面跌落及漩涡、下游尾水有一定壅高的情况，通过优化上游进水渠和拦沙坎布置、开挖下游丁坝及滩地等措施，有效解决了上述问题，从而保证了电厂有效出力。

参考文献：

- [1] 江西省赣江流域规划委员会. 赣江流域规划报告[R]. 南昌: 江西省赣江流域规划委员会, 1990.
- [2] JTS 182-1—2009 渠化工程枢纽总体设计规范[S].
- [3] 中交水运规划设计院有限公司, 中水珠江规划勘测设计有限公司. 江西赣江新干航电枢纽工程工程可行性研究报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2012.
- [4] 南京水利科学研究院. 江西赣江新干航电枢纽工程整体水工模型试验研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 201.
- [5] JTJ 305—2001 船闸总体设计规划[S].