

赣江新干航电枢纽工程施工导流设计

闫世建¹,徐进超²

(1.中水珠江规划勘测设计有限公司,广东 广州 510610;2.南京水利科学研究院,江苏 南京 210029)

摘要: 本文对新干航电枢纽工程施工导流及施工期通航的有关设计内容做了详细介绍,可供类似的低水头航电及水利闸坝枢纽导流设计和施工参考和借鉴。

关键词: 分期导流;低水头航电枢纽工程;通航

中图分类号: TV551.1*6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2015)06-0455-05

1 工程概况

新干航电枢纽工程坝址位于江西省吉安市新干县三湖镇上游约 1.5 km 处,上距峡江水利枢纽工程约 56 km,是一座以航运为主,兼顾发电等综合利用功能的航电枢纽工程。工程从左到右依次为:左岸土坝、船闸、混凝土连接坝段、泄水闸、电站厂房、鱼道、右岸土坝。

工程等别为 II 等。泄水闸、船闸挡水部分、厂房、左、右岸接头坝段按 3 级建筑物设计,次要建筑物按 4 级设计。枢纽永久性挡水和泄水建筑物按 50 年一遇洪水设计,300 年一遇洪水校核;厂房和船闸作为挡水建筑物的一部分,其设计和校核洪水标准与挡水建筑物相同;泄水建筑物下游消能及防护工程按 30 年洪水重现期设计。

赣州以下赣江中下游的梯级开发方案依次为万安、泰和、石虎塘、峡江、永泰(现名新干)和龙头山共 6 个梯级。目前,赣州以下河段规划的 6 个梯级中,万安梯级已于 1993 年建成运行;万安下一梯级泰和梯级(现名井冈山枢纽工程)正在开展前期工作;石虎塘航电枢纽工程于 2013 年交工验收;峡江水利枢纽工程于 2015 年建成运行;新干航电枢纽工程已开工建设;龙头山枢纽工程正在开展前期工作。

2 设计条件

2.1 气象

赣江流域属亚热带湿润气候,东亚季风区,一年当

中的气候特征是:春夏梅雨多,秋冬降雨少,春秋季节较短,冬夏季较长,春寒夏热,秋凉冬冷,结冰期短,无霜期及日照时间长,相对湿度大,四季变化明显。

赣江流域多年平均气温在 17.2~19.3 °C 之间,极端最高气温 41.6 °C(宜春站 1953 年 8 月 16 日),极端最低气温 -14.3 °C(丰城站 1991 年 2 月 29 日)。

2.2 水文

赣江流域降水量充沛,流域内多年平均降水量在 1 300~1 800 mm 之间,各站实测多年平均蒸发量为 1 294~1 765 mm。降水量年内分配极不均匀。据赣江流域各代表站统计,4~6 月多年平均降水量占全年降雨的 41%~51%。流域内总的降雨趋势是边缘山区大于盆地。

赣江流域暴雨频繁,根据流域内雨量站的历年实测暴雨统计,最大日暴雨量多出现在 4~9 月,5~6 月以锋面雨的形式出现使大暴雨更集中,7~9 月主要是受台风影响产生暴雨。与工程施工有关的水文资料见表 1。

3 地形地质条件

围堰布置地段位于河床部位,地形平坦、开阔,地面高程为 23.60~26.00 m,河床砂卵砾石覆盖层分布广泛、连续,厚约 7.50~8.00 m,呈松散~稍密状,强透水,且渗透稳定性差;下伏基岩为 Exn2 红层细碎屑岩和粘土岩,全、强风化层厚度约 1~2 m,分布不连续、透水性中等,弱~微风化岩属相对隔水层,岩面形态基本平直,岩面高程为 17.60~18.10 m 上下,相对隔水层($q \leq 3Lu$)顶板高程一般为 14.30~17.00 m(相应埋深为 6.00~17.00 m)。

表1 新干航电枢纽工程坝址分期设计洪水成果表

时段	均值	新干坝址(考虑峡江发电流量影响)		
		各频率设计洪峰流量		
		5 %	10 %	20 %
1月	1 280	4 720	4 720	4 720
2月	2 100	6 280	4 740	4 720
3月	4 180	11 200	8 810	6 380
4月~7月(采用全年洪水成果)		20 100	17 800	15 100
8月	3 800	10 800	8 340	5 860
9月	3 050	8 730	6 690	4 720
10月	2 150	6 390	4 830	4 720
11月	1 550	4 770	4 720	4 720
12月	1 350	4 720	4 720	4 720
8~3月	5 920	15 100	11 900	8 610
8~2月	5 020	13 200	10 200	7 320
9~3月	5 360	13 800	10 700	7 810
9~2月	4 150	11 400	8 680	6 070
10~2月	3 170	8 780	6 650	4 720
年	11 750	20 100	17 800	15 100

堰基可采用天然地基,堰基覆盖层和基岩全、强风化层存在渗漏问题,尤其是河床覆盖层甚至存在渗透变形问题,须做防渗处理,截渗下限穿过强风化基岩面即可,左、右岸围堰防渗可与堤防防渗墙结合实施;此外河床中部的纵向围堰处覆盖层抗冲流速约为1 m/s,不能满足抗冲稳定要求,须做临时抗冲处理;围堰基坑开挖还应注意基坑涌水和开挖边坡稳定问题。

4 施工导流^[1]

4.1 导流标准

枢纽工程的工程等别为Ⅱ等,电站厂房、泄水闸及船闸等主要建筑物级别为3级,其他次要建筑物级别为4级;根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2004)规定,泄水闸及船闸等主要建筑物的导流建筑物级别为5级,土石结构导流建筑物相应的设计洪水标准为10~5年一遇;由于电站厂房全年围堰使用年限约2.5年,使用年限介于1.5年~3年,且厂房围堰失事将直接影响发电工期,造成较大经济损失,导流建筑物级别确定为4级,土石结构导流建筑物相应的设计洪水标准为20~10年一遇。

考虑到坝址河段水文实测系列长达57年(1953~2009年),洪水规律性明显,水文资料可靠,参考类似已建及在建工程的实施经验,泄水闸、船闸上下游引航道

及厂房本阶段推荐导流标准为土石结构导流建筑物洪水标准下限值。即:一期9.5孔泄水闸工程、二期13孔泄水闸工程施工导流标准均选取枯水时段8月~次年3月5年一遇枯期洪水,相应设计流量为 $Q=8\ 610\ \text{m}^3/\text{s}$;船闸上下游引航道建筑物的施工导流标准为枯水时段9月~次年2月5年一遇枯期洪水,相应设计流量为 $Q=6\ 070\ \text{m}^3/\text{s}$;船闸主体建筑物、电站厂房施工导流标准为10年一遇全年洪水,相应设计流量为 $Q=17\ 800\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

4.2 导流方式

一期工程分别围左岸船闸及其相邻9.5孔泄水闸、右岸电站厂房(含相邻1.5孔泄水闸),二期工程围剩余13孔泄水闸。

4.3 施工导流程序

一枯:利用左岸船闸及一期9.5孔泄水闸一枯枯水围堰以及右岸电站厂房枯水围堰挡水,两纵向围堰(泄水闸纵向枯水围堰和电站厂房纵向枯水围堰)之间宽约161 m的原河床明渠导流、通航。船闸结构建筑物工程至少需完成上、下闸首之间范围建筑物土石方开挖及已开挖建筑物底板砼浇筑,泄水闸主要完成左岸一期9.5孔泄水闸21.00 m高程以下结构混凝土浇筑,电站厂房主要完成基础部分土石方开挖等施工。

一汛:利用电站厂房、船闸全年围堰挡水,左岸已拆除至27.50 m高程的堰体及中间宽约161 m的明渠过流,通航。期间泄水闸暂停施工,船闸、电站厂房在全

年围堰的保护下可继续施工。

二枯:分别利用右岸电站厂房全年围堰、左岸船闸全年围堰及一期 9.5 孔泄水闸恢复后的枯水围堰挡水,中间宽约 161 m 的原河床明渠导流、通航。完成一期 9.5 孔泄水闸剩余部分土建工程及金属结构安装等施工,船闸、电站厂房在全年围堰的保护下可继续施工。

二汛:利用电站厂房全年围堰挡水,左岸已具备正常使用条件的 9 孔泄水闸及右岸宽约 239 m 的原河床明渠导流、通航。电站厂房在全年围堰的保护下可继续施工。

三枯:利用电站厂房上下游全年围堰、二期泄水闸上、下游枯水围堰及二期混凝土纵向围堰挡水,已具备正常使用条件的左岸一期 9 孔泄水闸过流,已具备通航条件的船闸临时通航。期间主要完成二期 13 孔泄水闸的土方开挖、21.00 m 高程以下结构混凝土浇筑。并优先完成二期四枯泄水闸纵向土石围堰压占的 2.5 孔泄水闸的土建施工及 2 孔泄水闸弧门安装、调试等工作,要求在三枯末完成首台机组安装施工,并且完成第 2#~7# 机组进出口临时封堵闸门安装,为机组安装创造条件。

三汛:利用第 2#~7# 机组进出口临时封堵闸门挡水,

已具备正常使用条件的左岸 9 孔泄水闸及右岸已拆除至 29.5m 高程的堰体联合过流,已具备通航条件的船闸临时通航。期间进行电站厂房机组安装调试等工作。

四枯:利用恢复后的二期泄水闸上、下游枯水围堰,混凝土纵向围堰及二期四枯纵向土石围堰挡水,已具备正常使用条件的左岸 9 孔泄水闸过流,已具备通航条件的船闸通航。期间完成二期泄水闸剩余部分土建及金属结构安装等施工。

至此,整个工程土建工作已基本完成,仅剩机组安装。枢纽工程一期施工导流平面布置图见图 1,枢纽工程二期施工导流平面布置图见图 2。施工导流水力学指标见表 2。

5 场内临时施工道路

一期场内施工道路主要结合左右岸围堰布置下基坑施工道路;二期泄水闸施工期间,前期利用右岸电站厂房围堰布置下基坑施工道路,首台机组发电,电站厂房上下游围堰拆除后,拟在电站厂房尾水渠布置临时交通钢栈桥一座,满足二期泄水闸施工期间对外交通

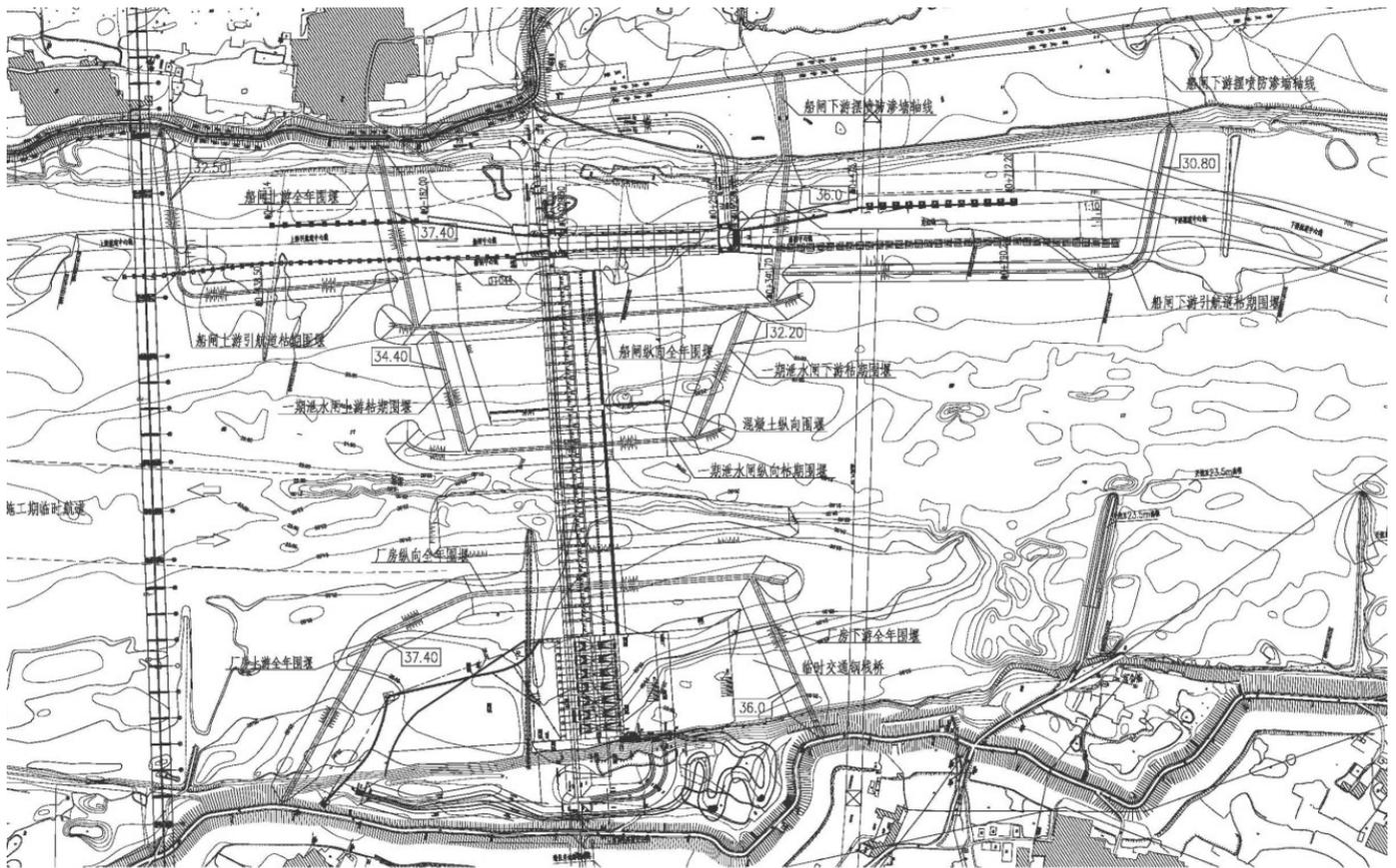


图 1 新干航电枢纽工程一期施工导流平面布置图

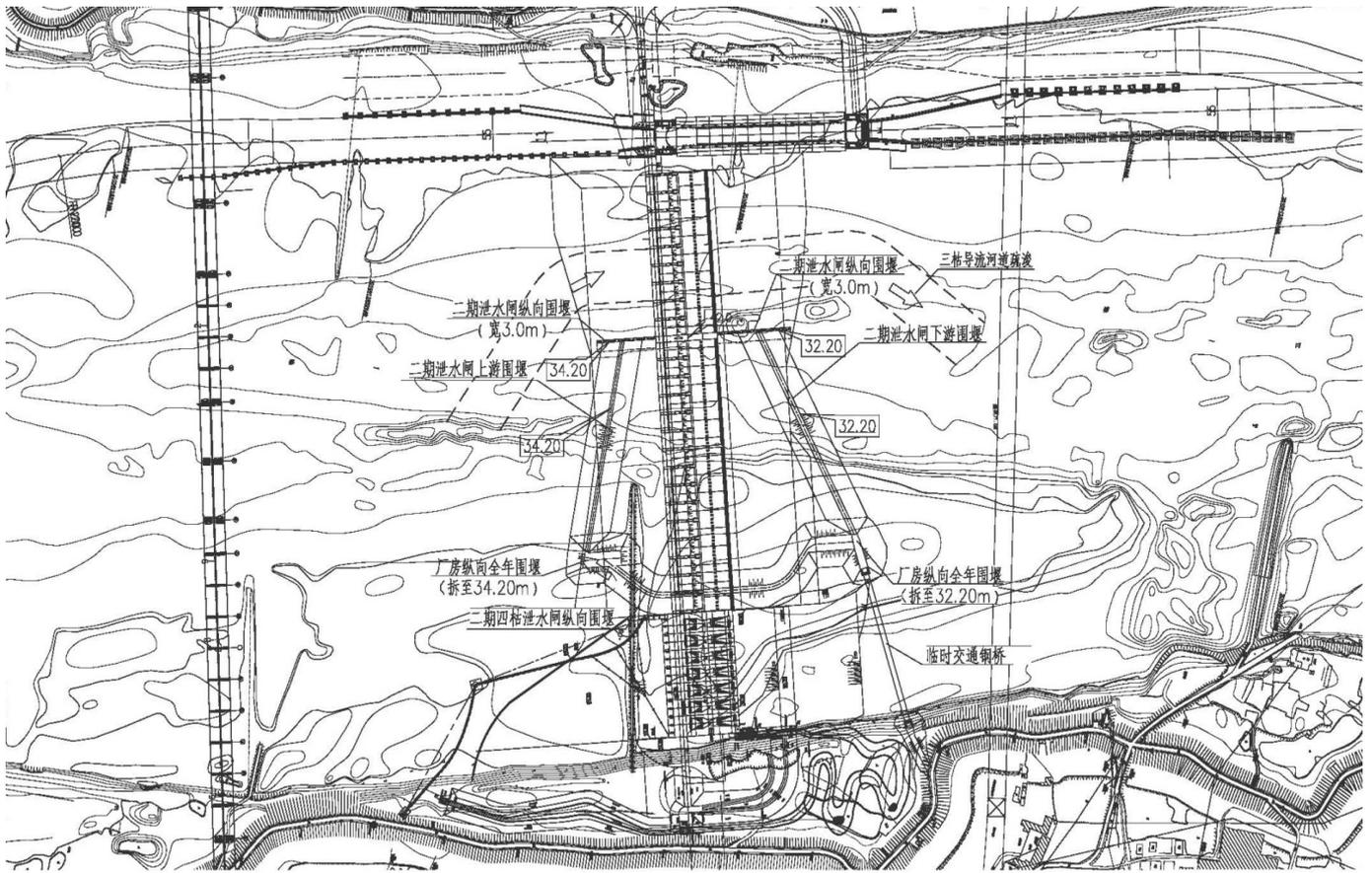


图2 新干航电枢纽工程二期施工导流平面布置图

表2 新干航电枢纽工程施工导流水力学计算成果表

分期	标准 /%	时段 /月	流量 (m^3/s)	上游水位值		上游围堰 顶高程/m	下游 水位值/m	下游围堰 顶高程/m
				计算值/m	试验值/m			
一期 泄水闸	一枯	20	8 610	33.2	32.55	34.4	31.0	32.2
	一汛	20	15 100	35.1	34.84	36.3	33.9	35.1
	二枯	20	8 610	33.2	32.55	34.4	31.0	32.2
二期 泄水闸	三枯	20	8 610	32.6	32.98	34.2	31.0	32.2
	三汛	20	15 100	34.3	34.52	35.7	33.9	35.1
	四枯	20	8 610	32.6	32.98	34.2	31.0	32.2
船闸	上下游引航道	枯期	6 070	31.3	30.92	32.5	29.6	30.8
	主体建筑物	全年	17 800	36.2	35.86	37.4	34.8	36.0
电站厂房	一枯	20	8 610	33.2	32.55	34.4	31.0	32.2
	全年	10	17 800	36.2	35.86	37.4	34.8	36.0

注:根据施工导流模型试验成果,受混凝土纵向围堰影响,二期泄水闸实际过流孔数只有7孔。

运输要求,钢栈桥长约 180 m,桥面宽 7.00 m,桥底面高程 32.00m。

6 施工期通航^[2]

6.1 施工期通航要求

坝址河段现状航道等级为 V 级,根据《内河道通航标准》(GB50139-2004)要求, V 级航道的航道水深为 1.30~1.60 m,双线航道直线段宽度不少于 40.00 m,转弯半径不少于 270.00 m,通航保证率不低于 90 %。

6.2 施工期通航方案设计

据调查,赣江允许最大自航流速 2.0 m/s,助航流速 2.0~4.0 m/s。根据模型试验成果^[3]:

(1)一枯、一汛、二枯施工导流期间:a. 当来流量 $Q \leq 1\ 800\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,可满足船舶自航要求;b. 当来流量 $1\ 800\ \text{m}^3/\text{s} < Q \leq 2\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,可采取助航措施;c. 当来流量 $Q > 2\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,应暂停通航。

(2)二汛施工导流期间:a. 当来流量 $Q \leq 8\ 740\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,可满足船舶自航要求;b. 当来流量 $8\ 740\ \text{m}^3/\text{s} < Q \leq 14\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,可采取助航措施;c. 当来流量 $Q > 14\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 时,应暂停通航。

根据施工导流程序安排,本工程一期工程施工期利用右岸经疏浚的河床明渠导流。根据模型试验结果,为满足一期施工导流水力学指标要求,需将导流明渠范围内原河床疏浚至 21.00 m 高程,疏浚范围底边线与原河

床按 1:5 衔接处理。根据规划成果,坝址河段通航保证率为 90 % 时的相应设计流量为 $Q=303\ \text{m}^3/\text{s}$,相应下游航道水位为 24.13 m,因此经疏浚后右岸导流明渠渠底高程满足 V 级航道最小航深 1.30 m~1.60 m 的要求,右岸导流明渠经疏浚后即可兼作施工通航航道。

二期施工导流期间,船闸已具备通航条件,该段时间的施工期通航可在已具备使用条件的一期泄水闸的合理调度下满足通航要求。受二期泄水闸工程截流戗堤填筑及围堰闭气等施工影响,约断航 50 天。

一期工程施工通航期间还需采取下列措施:a. 设置有关引航标志,在通航区(航槽)范围设置航标,在上游需设一艘拖船,便于实施助航;b. 现场应设航监指挥船;c. 施工期设置专门机构或委托航运管理部门对本工程施工期坝址区以及影响航段进行管理。

目前本工程初步设计报告已通过初步设计审查并批准实施,工程于 2015 年 8 月开工建设。

参考文献:

- [1] 中水珠江规划勘测设计有限公司. 江西省赣江新干航电枢纽工程初步设计报告[R]. 广州: 中水珠江规划勘测设计有限公司, 2015.
- [2] 水利电力部水利水电建设总局. 水利水电工程施工组织设计手册(1) 施工规划[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1997.
- [3] 武汉水利电力学院水力学教研室. 水力计算手册[M]. 北京: 水利出版社, 1980.
- [4] 肖焕雄. 施工水力学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
- [5] 南京水利科学研究院. 江西赣江新干航电枢纽工程施工导流、截流水工模型试验研究报告[R]. 南京, 2015.

Design of construction diversion for Xingan Navigation Power Junction

YAN Shijian¹, XV Jinchao²

(1.China Water Resources Pearl River Planning Surveying and Designing Co.LTD,Guangzhou 510610,China;

2.Nanjing Hydraulic Research Institute, Jiangsu Nanjing 210029)

Abstract: This paper introduced the diversion and navigation during construction period of Xingan Navigation-power Junction. It can be provided for reference to design in similar projects which are low head navigation-power junction or should satisfy navigation requirements in construction period.

Key words: Stage diversion; Low-head navigation-power junction; Navigation

编辑: 刘 颖

欢迎投稿

欢迎订阅