

青龙水电站厂房尾水渠布置研究

邓兴富

(中国水电顾问集团成都勘测设计研究院,四川成都 610072)

摘要:青龙水电站厂址阶地狭窄,尾水闸室已接近河床,尾水渠将侵占部分天然河道。束窄河道行洪断面加重了水流对右岸河岸的冲刷,影响右岸永久公路的安全且尾水出口位于左岸凸岸的末端,尾水渠淤积问题较为突出。结合水力学模型试验成果,采用侧向出流的尾水渠布置方式,枢纽布置顺畅,电站尾水管出口可避免产生泥沙淤积,右岸河岸冲刷范围和冲刷深度可控。目前电站运行良好,其尾水渠布置格局对狭窄阶地岸边式地面厂房布置具有较好的参考价值。

关键词:青龙水电站;厂房;狭窄阶地;尾水渠布置;泥沙淤积;冲沙;冲刷;安全运行

中图分类号:TV7;TV222

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)增1-0042-03

1 概述

近年来,水电工程中因上游河道施工弃渣或河床推移质淤积厂房尾水渠而减少电站出力或影响厂房正常发电的事例时有发生。由于青龙水电站厂址阶地较狭窄,厂房尾水闸室已接近河床,尾水渠将侵占部分天然河道,束窄了白水江河道行洪断面,加大了河道水流流速,水流对右岸河岸冲刷较为严重,将影响右岸永久公路及居民住房安全;且尾水出口位于左岸凸岸的末端,尾水渠淤积问题较为突出。因此,结合尾水渠水力学模型试验,研究尾水建筑物布置方案,对确保该电站厂区建筑物及右岸永久公路的安全和正常运行具有重要意义,可供类似水电工程尾水渠布置参考。

青龙水电站位于四川省阿坝藏族羌族自治州九寨沟县境内,采用低闸引水式开发,电站引用流量 $132.66\text{ m}^3/\text{s}$,利用落差约110 m,装机容量102 MW。工程开发任务以发电为主,兼顾下游生态环境及景观用水。

根据《水电枢纽工程等级划分及洪水标准(DL252-2000)》,确定青龙水电站为三等中型工程。厂房及尾水渠等永久性主要水工建筑物级别为3级,建筑物的设计洪水重现期为50年($Q=460\text{ m}^3/\text{s}, p=2\%$),校核洪水重现期为200年($Q=547\text{ m}^3/\text{s}, p=0.5\%$)。

厂址位于青龙桥上游白水江左岸的I级阶地上,阶地顺河长110 m,宽30~50 m,地面高程为1171 m。该河段呈弧形凸向右岸,流向由 $S60^\circ E$

转为 $N70^\circ E$,河谷呈不对称“U”型谷,枯水期河水面高程1166.7 m,水面宽18~28 m。阶地面高于汛期河水面仅约2 m。

主厂房纵轴线方向为 $N85^\circ E$ 。安装间、主机间、主变室、GIS楼呈“一”字形排列。厂内安装三台单机容量34 MW的水轮发电机组,机组安装高程为1164.5 m。尾水渠布置在主机间正前方与白水江相接,尾水平台位于主厂房下游,平台高程为1174 m。

2 尾水渠布置方案比选

为因地制宜的合理布置尾水建筑物,避免尾水渠内泥沙淤积,减小尾水建筑物对河道行洪断面的侵占,减缓河道冲刷,确保厂区建筑物及右岸永久公路的安全和正常运行,拟定了两个尾水渠布置方案进行比较。方案①:尾水斜向出流;方案②:尾水侧向出流。

方案①:尾水斜向出流。尾水渠全长约30 m,渠宽32 m,尾水平台高程为1174 m,在尾水平台上设有检修闸门槽。尾水渠在尾水管出口高程1155.87 m处以1:3反坡升至1166 m高程,将尾水排至白水江。在机组满发(枯期)工况下,尾水出口水位高程1168.65 m。具体布置见图1。

方案②:尾水侧向出流。尾水平台高程为1174 m,尾水平台上设检修闸门槽。尾水渠全长78.9 m,其中前段为平坡,长32.9 m,宽15 m;中段为反坡,坡度1:3.9,长36 m,宽度由15 m变为15.4 m,顶坡高程1165.1 m;后段为平段护坦,长

收稿日期:2012-11-19

10 m, 钢筋石笼护底, 高程为 1 165.1 m, 护坦下游 40 m 出口区域清理至 1 165.1 m 高程。在机组满

发(枯期)工况下, 尾水出口水位高程 1 168.03 m。具体布置情况见图 2。

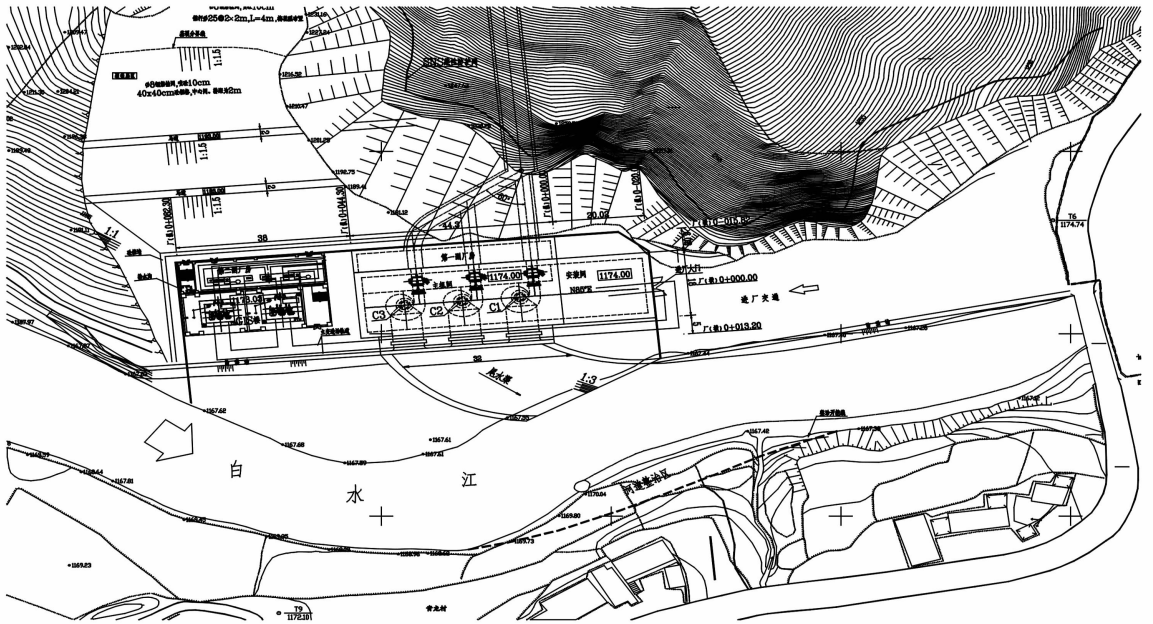


图 1 尾水渠布置(方案①)示意图

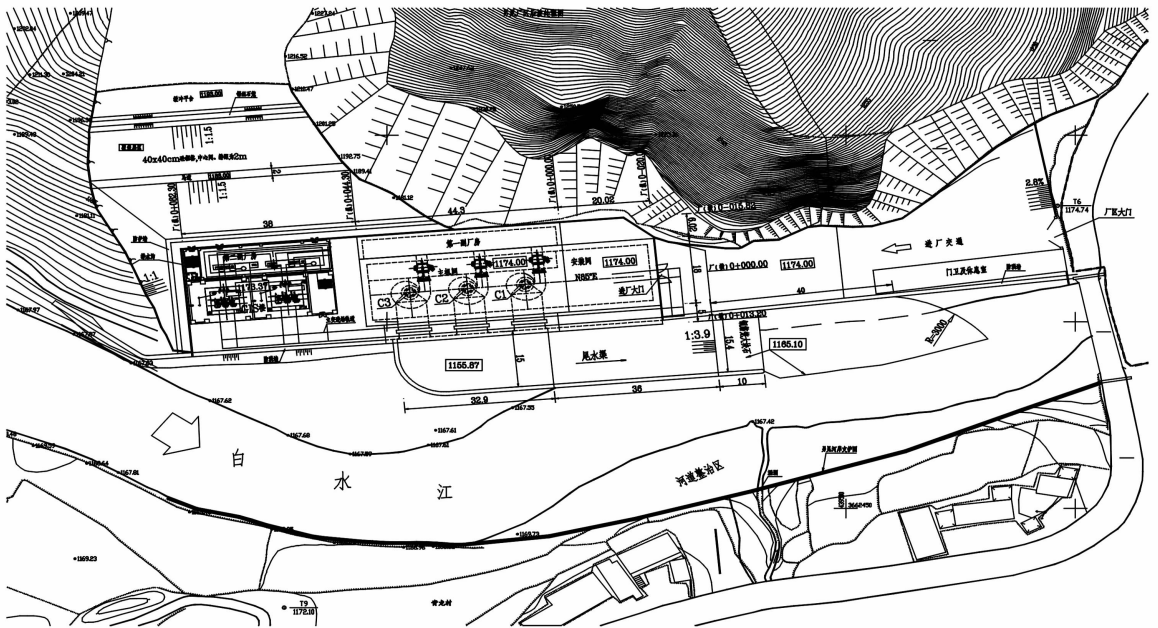


图 2 尾水渠布置(方案②)示意图

结合类似工程经验, 方案①厂房尾水渠与天然河道接近正交且位于河道的凸岸, 容易产生河床泥沙淤积, 抬高尾水位, 影响电站正常出力。当电站在不发电或一台机发电等工况下, 尾水渠出口流速较低, 容易出现河床泥沙倒灌入尾水渠、尾水管出口泥沙淤积等不利现象, 影响电站正常运行, 且尾水水流正向冲刷河道对岸, 右岸河岸冲刷

较为严重。

方案②通过比尺为 1: 25 的尾水渠水力学正态模型试验验证, 河道冲淤地形及水流流速分布见图 3。

模型试验中各级流量下尾水渠出口泥沙冲淤情况见表 1。

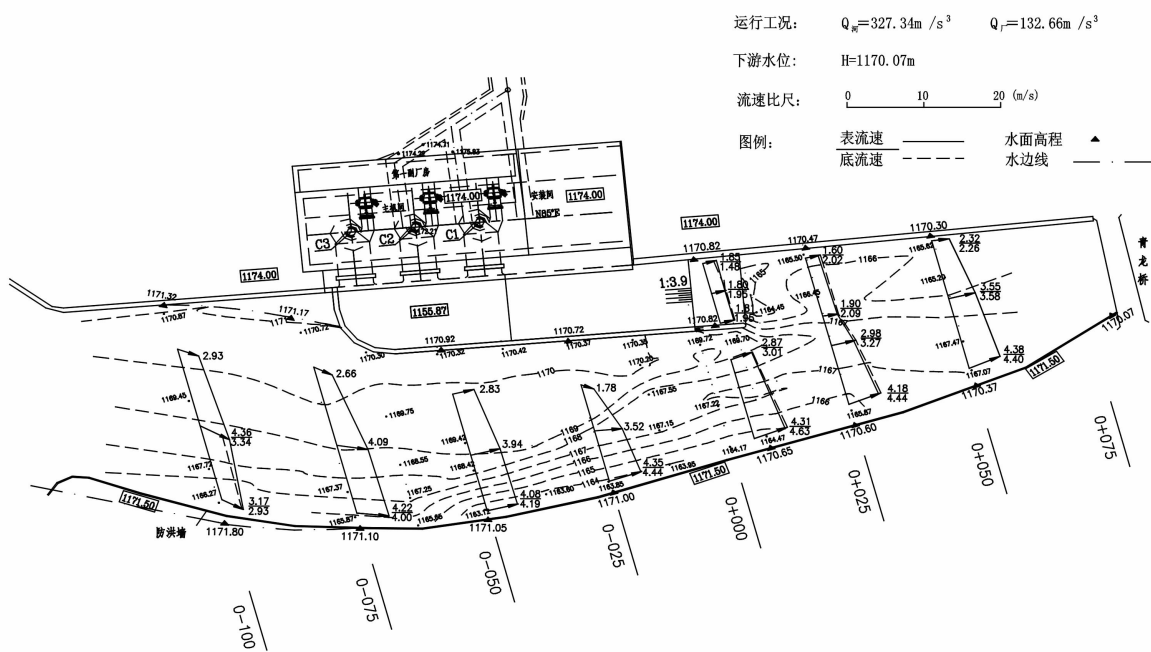


图3 河道冲淤地形及水流流速分布图($Q = 460 \text{ m}^3/\text{s}$)

表1 尾水渠出口推移质冲淤高程表

工况	流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$			尾水渠出口河床最高 高程/m	尾水渠出口平均 水位/m	尾水渠出口平均 流速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
	河道	厂房	合计			
1	155	0	155	1 168.19	1 168.32	0
2	110.78	44.22	155	1 167.04	1 168.44	0.8
3	222	0	222	1 168.84	1 168.81	0
4	177.78	44.22	222	1 168.11	1 169.01	1.07
5	89.34	132.66	222	1 166.61	1 169.3	2.87
6	460	0	460	1 169.98	1 170.59	0
7	415.78	44.22	460	1 169.38	1 170.89	0.58
8	327.34	132.66	460	1 167.8	1 170.44(设计)	1.58
9	547	0	547	1 170.3	1 171.25(校核)	0

根据水力学模型试验成果可知:①在电站不发电情况下,尾水渠出口下游将淤积推移质,河道流量越大、淤积越严重,但淤积仅出现在平段护坦区域,电站恢复发电后,尾水渠出口下游淤积的推移质将被冲走。因此,在不利情况下的淤积问题可以通过电站发电解决。②当电站发电时,各级流量厂区附近河道在左岸产生推移质淤积,右岸产生冲刷,且随着流量的增加淤积量增加,冲刷加深。但河道右岸采用挡墙进行保护后,可确保村民房屋及永久公路的安全。③电站一台机发电时,尾水出口下游右侧有推移质淤积,左侧有一定宽度不淤积。但在三台机发电后,尾水渠出口下游所淤积的推移质将被冲走。④在三台机发电将尾水渠出口下游淤积的推移质冲走后,各级流量尾水渠内的水位接近天然状况水位,不影响电站

的正常发电出力。⑤如果尾水渠出口下游产生淤积,可利用三台机发电流量冲沙。冲沙效果最佳工况为河道流量较小且电站机组满发工况(满发流量为 $132.66 \text{ m}^3/\text{s}$) (图4)。



图4 尾水模型冲沙效果图

通过综合比选,方案②枢纽布置顺畅,电站尾 (下转第55页)

程实际,避免了目前国内定额数量与实际投入数量不匹配的问题。缺点是现场实际统计工作量较大,审核费用时存在难度。

(2) 在招标文件中约定。

因目前灌浆超灌单价并无统一的计算方式,若在招标阶段设计深度不够,发包人预计在施工过程中有很大可能发生灌浆超灌现象,可通过在招标文件或合同约定的相应条款中进行处理。可采用“钻灌分离”方式,在工程量清单中列出不同单耗水平下的灌浆子目,以便承包人投标报价。

实践证明,在工程量清单中列出灌浆超灌浆项目可进一步加强各承包人竞争性并有效降低灌浆超灌合同单价,但对招投标阶段的评标工作要求较高,需详细分析承包人的投标报价水平,且此种方法将合同风险完全转嫁给承包人,有可能在工程实施过程中由于工程变化承包人不能完

(上接第 35 页)

4+000~13+924 洞段固结灌浆孔深入基岩 4 m,每排 8 孔,排距 3 m。通过优化调整后,隧洞固结灌浆总延米数为 93 244 m,减少固结灌浆延米数 23 771 m。

5 结 语

青龙水电站引水隧洞属于低水头、大断面引水隧洞,沿线地质条件复杂,在招标技施设计阶段,根据现场各施工工作面揭示的实际地质条件,以及进一步的补充勘探工作,发现引水隧洞围岩条件和前期设计结论存在一定的差异,初期开挖支护变形问题突出。为了控制工程安全及投资风险,结合隧洞现场实际施工情况、围岩复核成果、

(上接第 44 页)

水管出口可避免泥沙淤积,右岸河岸冲刷范围和冲刷深度可控,且其较方案①多利用 0.62 m 水头,可增加发电量,总体较优。故推荐方案②做为尾水渠布置方式。

3 结 语

青龙水电站已发电运行近 8 个月并经历了一个汛期考验,目前电站运行情况良好,尾水渠内未出现泥沙淤积情况,机组出力能满足设计要求,河

全弥补施工成本,导致合同纠纷的发生,因此,对现场管理水平要求较高。

5 结 语

水利水电工程灌浆超灌费用的处理是一项较为复杂、敏感、技术性强的工作,它与原合同单价有一定关系,也有较大的区别,目前国内并无统一的费用计算方法。虽然其他的计算方法还有很多,但不管如何处理,只有严格按照工程合同条款的规定,具体的根据工程实际情况,合理的分析承包人的实际施工成本,才能合理地处理灌浆超灌费用。

作者简介:

何 洋(1980-),男,四川广安人,工程师,学士,从事总承包建设合同管理工作;

邵 敏(1981-),男,四川成都人,工程师,学士,从事总承包建设合同管理工作。
(责任编辑:胡友权)

固结灌浆试验成果适时地优化调整了隧洞洞线、断面型式及固结灌浆,从而提高了隧洞围岩稳定性,降低了工程安全风险,有效地控制了工程投资的增加。通过青龙水电站各设计阶段对引水隧洞的优化调整设计,对今后类似工程设计优化及安全、投资风险控制有一定的借鉴作用。

作者简介:

牛 斌(1972-),男,四川苍溪人,高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程设计及管理工作;

刘 宇(1982-),女,四川南充人,工程师,工程硕士,从事水工建筑物设计工作。
(责任编辑:胡友权)

道右岸护坡防护效果较佳,确保了右岸永久公路安全运行和居民房屋的安全。

青龙水电站尾水渠布置格局对狭窄阶地岸边式地面厂房布置具有较好的参考价值。

作者简介:

邓兴富(1975-),男,重庆忠县人,高级工程师,工程硕士,从事水电工程勘测设计及水电工程设计项目管理工作。
(责任编辑:胡友权)