

# 偏桥水电站首部枢纽布置及其具有的特点

方卫红<sup>1</sup>, 唐德江<sup>2</sup>

(1. 中国电建西北勘测设计研究院有限公司, 陕西 西安 710065; 2. 四川久隆水电开发有限公司, 四川 成都 610041)

**摘要:**偏桥水电站是九龙河干流“一库五级”梯级开发中的第四座水电站,在首部枢纽布置上,受地形地质条件等限制,只能修建低拦河闸坝。为减少沉沙池规模,电站82.1%的引水流量直接引用上游沙坪水电站尾水,形成了上下游电站首尾结合的串联取水方式,达到了“清水”不归河、减少沉沙池规模的目的,输水道既为上游沙坪水电站的尾水池,又是偏桥水电站的调压前池,巧妙地利用地形布置的宽浅式输水明渠既避免了上下游两电站尾水、进水水位的频繁波动,又节省了工程量,合理的布置型式得到了水力学模型试验和近10年实际运行的验证。

**关键词:**偏桥水电站;首部枢纽;泄洪(冲沙)闸;沉沙池;输水明渠;特点

中图分类号:TV7;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0020-05

## 1 概述

四川省甘孜州东南部九龙县境内的九龙河流域具有水量丰沛,落差大的特点,偏桥水电站是九龙河干流“一库五级”梯级开发中的第四座水电站,其首部枢纽的输水明渠与上一级沙坪水电站尾水渠衔接,电站厂房尾水渠与下一级江边水电站水库相接,三座电站首尾紧密联结,这种承上启下的梯级开发特点充分利用了九龙河的水能资源,且在很大程度上减小了需要建设的沉沙池规模。

### 1.1 工程概况

偏桥水电站工程主要由拦河闸坝首部枢纽、引水发电系统和厂房枢纽三大部分组成,工程开发方式主要为发电。电站属Ⅲ等中型工程,总装机容量228 MW,多年平均发电量10.918亿kW·h。工程等别为Ⅲ等,永久性主要建筑物按3级设计。次要建筑物为4级;临时建筑物为5级。

首部枢纽闸址位于九龙河与铁厂河汇合口下游约250 m,由挡水建筑物和引水建筑物两部分组成。水库正常蓄水位时库容仅1.35万m<sup>3</sup>,电站基本无调节性能。永久挡水建筑物和泄水建筑物设计洪水重现期采用50 a,相应洪峰流量为593 m<sup>3</sup>/s;校核洪水重现期采用200 a,相应洪峰流量为752 m<sup>3</sup>/s;消能防冲设计洪水标准按30 a一遇洪水设计,相应洪峰流量为558 m<sup>3</sup>/s。

### 1.2 地形地质条件

闸址区九龙河流向近SN向,河谷为基本对

称的U型谷,右岸地形陡峻,坡度为60°~80°左右,左岸坡度为55°~70°左右,均为岩质岸坡,谷底宽度为80~100 m。受右岸支流铁厂河入水口水流影响,九龙河主河道水流偏左岸。

闸址区河谷开阔,出露地层主要为燕山期二云母花岗岩和第四系堆积物。除右岸铁厂河外,无大冲沟发育,两岸基岩裸露,整体稳定性好。闸基河床覆盖层厚23~85 m,以含漂(块)石砂卵砾石层的I岩组和下部砂卵砾石层(Q<sub>3</sub><sup>al</sup>)为主,含砾砂质粉土的II岩组呈透镜状分布在I岩组中,具备修建低混凝土闸坝的地形、地质条件。左岸2020 m高程以上基岩裸露,以下为崩塌积块碎石土,其下游是宽60~80 m、长约1 km、高出河水位1.5~3 m的阶地;右岸为高漫滩,高程为2007.6~2008.8 m,高出河水面约2 m,宽度约79 m,漫滩以上基岩裸露。

工程区地震基本烈度为Ⅶ度。

## 2 首部枢纽布置

### 2.1 布置原则

偏桥水电站引用流量的82.1%是上游沙坪水电站的尾水,17.9%的引用流量是通过低闸坝取水。九龙河支流铁厂河水流泥沙含量较大且泥沙颗粒偏硬,对电站机组磨损大,因此,通过低坝取水的流量需考虑沉沙后再引水。九龙河天然河道比降大,汛期洪水挟沙能力强,要求首部枢纽要有足够的泄流前沿宽度和拉沙能力,在首部枢纽的建筑物布置上,要解决好泄洪、排沙和进水口门

前清等主要技术问题。其设计原则为:

首部枢纽基本无库容,因此,利用泄洪(冲沙)闸泄洪冲沙,在工程布置上应尽量不改变原来河道的水沙运动方向和规律;在平面布置上,应尽量利用天然河弯的环流作用,尽可能地将泄洪(冲沙)闸布置在河流弯道的末端,电站取水口布设在凹岸,采用合适的防排沙运行方式,达到保持泄洪(冲沙)闸前有稳定冲刷主槽、取水口保持门前清的目的。

枢纽布置采取“宽闸低坝”原则,避免了过分束窄水流;泄洪、冲沙应与河道主流方向平行,电站取水口与泄洪(冲沙)闸的轴线呈一定夹角。

当九龙河汛期遇强降雨、河道行洪含沙量较大时,考虑到偏桥水电站具有一定的弃水量,此时不引用河道来水,只用沙坪水电站尾水发电。当沙坪水电站停机检修时,取水口引水流量为电站一台机组发电的设计流量,即 $44.5\text{ m}^3/\text{s}$ ;同时,为满足中高水头机组对泥沙含量及其粒径的要求,取水口的水流应通过沉沙池沉沙后再进入输水明渠;根据《水利水电工程进水口设计规范》SL285-2003要求,输水明渠要求具备引进或泄放设计流量的能力,同时应有一定的调节容积;输水明渠中水面纵坡应尽量平缓,渠道流速较小以减少水头损失;另外,输水明渠渠岸高程必须高于河道中200 a一遇洪水的水位,并有一定的安全裕度;明渠末端隧洞进水口处成洞条件较好,洞脸边坡稳定。

## 2.2 首部枢纽设计

工程首部枢纽由挡水建筑物和引水建筑物两部分组成。挡水建筑物采用正向排沙,侧向引水。主要挡水建筑物由泄洪(冲沙)闸、挡水副坝、上游铺盖、下游护坦、导墙及上下游护岸等组成;引水建筑物由电站取水口、引水暗渠、沉沙池、输水明渠和隧洞进水口等部分组成。由于闸基砂砾石层深厚,闸室上游采用混凝土铺盖、闸室下游渗流出口处设反滤层的防渗处理措施,两岸副坝基础布置有固结灌浆。

### 2.2.1 挡水建筑物布置

#### (1)泄洪(冲沙)闸布置。

泄洪(冲沙)闸由三孔闸组成(孔口尺寸均为 $9\text{ m}\times 5.2\text{ m}$ ),均采用平底型式,闸墩厚度为 $1.5\text{ m}$ 。为防止闸室基础不均匀沉降,闸墩采用缝墩,

每个闸室自成一体。泄洪(冲沙)闸前缘总宽度为 $36\text{ m}$ ,闸室段长 $22\text{ m}$ 。闸顶高程 $2\ 010.6\text{ m}$ ,建基高程 $1\ 999\text{ m}$ ,最大闸高 $12.6\text{ m}$ (齿墙处),闸底板高程 $2\ 002\text{ m}$ ,底板厚 $3\text{ m}$ 。为防止推移质对闸室的磨损破坏,孔口堰面采用 $0.5\text{ m}$ 厚、C40抗冲耐磨混凝土。泄洪(冲沙)闸设有平板检修门,孔口尺寸为 $9\text{ m}\times 5.2\text{ m}$ ;弧形工作门孔口尺寸为 $9\text{ m}\times 5.2\text{ m}$ 。三孔闸共用一扇检修门。检修门采用坝顶门机启闭,工作门采用液压启闭机启闭。为兼顾沙坪水电站厂房的进厂交通,在闸室末端设桥面高程为 $2\ 008.15\text{ m}$ 、连通首部枢纽左右岸的交通桥一座。

为利于冲沙和排走粒径较大的推移质,根据已建类似工程经验,该电站拦河闸闸坝的护坦下游水流考虑为急流衔接形式,仅设置护坦和齿槽进行防冲保护。护坦顺水流方向长 $28\text{ m}$ 。泄洪(冲沙)闸采用 $y=0.02x^2$ 曲线堰面、1:5斜坡及半径为 $6\text{ m}$ 的圆弧与护坦相衔接。混凝土护坦厚度为 $2\sim 1.5\text{ m}$ ,表层为 $0.5\text{ m}$ 厚的C40抗冲混凝土抗磨层。为提高护坦的抗渗稳定性,防止发生渗透破坏,护坦基础铺设厚 $0.5\text{ m}$ 反滤层,护坦末端底部设深 $5\text{ m}$ 、厚 $0.8\text{ m}$ 的防冲墙。护坦后接长 $50\text{ m}$ 、厚 $1.5\text{ m}$ 钢筋笼块石海漫,并在其末端开挖范围内进行人工抛大块石护底。

#### (2)挡水副坝。

挡水副坝采用混凝土重力坝形式,右岸挡水坝段轴线走向与泄洪(冲沙)闸走向一致,为 $\text{NW } 74^\circ 22' 23''$ ,坝段长 $71.5\text{ m}$ ,左岸挡水坝段轴线与电站进水口轴线垂直,为 $\text{NE } 75^\circ 37' 37''$ ,其坝段长 $61.36\text{ m}$ ,坝顶高程为 $2\ 010.6\text{ m}$ 。建基高程为 $1\ 998\sim 2\ 005\text{ m}$ ,最大坝高 $12.6\text{ m}$ ,坝顶宽 $6\sim 8\text{ m}$ ,最大底宽 $10.95\text{ m}$ ,上游坝坡垂直,下游坝坡为1:0.75。

#### (3)上游铺盖。

首部枢纽上游铺盖泄洪(冲沙)闸段长 $20\text{ m}$ 、左右岸挡水副坝段长 $15\sim 20\text{ m}$ ,铺盖厚 $1\text{ m}$ ,在铺盖上游端设深 $1\text{ m}$ 、宽 $1\text{ m}$ 的齿槽,以增加铺盖的稳定性。

#### (4)上下游护岸。

根据水力学整体模型试验结论,偏桥水电站库容小,库区壅水低,在各级泄洪工况下,库区基本保持原河道水流特性,库区水流湍急,水面波浪

大,流态不平顺。下游受左岸公路影响河道收缩,为进一步提高首部枢纽的安全防洪能力,在首部枢纽范围沿上下游河道两侧设置混凝土岸坡防护,护岸采用重力式混凝土挡墙形式,坝轴线上游左岸长70 m、右岸长61.9 m,坝轴线下游左右岸各长255 m。

### 2.2.2 取水建筑物

#### (1)防沙设计。

枢纽布置、取水口位置和枢纽运行方式均应结合防沙措施一并考虑。首先利用河流弯道的环流作用将大量泥沙推向凸岸,由泄洪(冲沙)闸排往下游,从布置上消除大量泥沙对取水口的威胁。在电站防排沙运行方式上,当汛期洪水入库时进行敞泄,冲刷排沙,以恢复调沙库容并保持泄洪(冲沙)闸前有稳定的冲刷主槽,以利引水发电。

#### (2)取水口。

取水口设计的正常取水流量为 $23.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ,最大取水流量为 $44.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。电站取水口紧邻冲沙闸左侧,底坎高程为2005.1 m,高出泄洪(冲沙)闸3.1 m,为单孔取水,孔口尺寸为 $10 \text{ m} \times 2.2 \text{ m}$ 。前端设1孔拦污栅,孔口尺寸为 $10 \text{ m} \times 3.76 \text{ m}$ 。拦污栅后设一道拦洪门,孔口尺寸为 $10 \times 3.76 \text{ m}$ 。取水口顶高程为2010.6 m,其上设钢筋混凝土“n”型排架,分别用固定式启闭机启闭。取水口长8 m,后接引水暗渠。由于取水口位于主河道上,在其上游护坦上设导沙坎,坎顶高程为2005.10 m。

#### (3)引水暗渠和沉沙池。

受地形限制,取水口与暗渠轴线夹角为 $152.5^\circ$ ,采用圆弧平顺过渡,引水暗渠长96.44 m,取水口与暗渠变坡衔接处采用 $y=0.02x^2$ 曲线及1:12.718斜坡与暗渠底坡过渡,暗渠纵坡为1%,其横断面为混凝土矩形箱涵,过水断面(宽 $\times$ 高)为 $3.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ,采用50 cm厚钢筋混凝土衬砌,暗渠底部设0.5 m厚反滤层,顶部为沙坪水电站厂房进厂交通桥板。引水暗渠出口紧接沉沙池进口。

沉沙池工作流量为 $23.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ,工作段长度为80.35 m,平均流速取 $0.41 \text{ m/s}$ ,工作段进口水深为3.55 m,出口水深为4.15 m,平均工作水深为3.85 m,泥沙淤积高度占进口水深的25%,为0.96 m,沉沙池工作宽度为15 m。沉沙池设计标准满足电站有害泥沙粒径( $d \geq 0.25 \text{ mm}$ )沉降保

证率大于、等于85%的要求。

沉沙池为双箱平流式,采用定期冲沙方式,沉沙池由14.52 m长的上游连接段、长80.35 m、宽15 m的沉沙工作段、5 m长溢流堰、4 m长排沙闸室及其排沙道组成。沉沙池、排沙道设计底坡均采用1%,池箱横断面采用倒“E”型的开口钢筋混凝土箱涵,左侧墙与输水明渠共用。沉沙池出口设重力式混凝土实用堰,堰顶宽0.78 m,堰顶高程为2004.8 m。为保证沿沉沙池宽度方向冲沙能力均匀及有利于排沙,每箱各设1孔宽 $\times$ 高为 $4 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的冲沙底孔,在冲沙底孔出口设排沙闸,排沙闸采用平板闸门,由固定式启闭机控制。排沙闸出口接5 m长混凝土渐变段,携带大量泥沙的水流沿钢筋笼护底的泄槽平顺泄入原河道。

#### (4)输水明渠。

输水明渠基础位于左岸河滩砂卵砾石层上,平行于河道布置,原地面平均比降约为1.1%,渠道基础置于挖方上,考虑抗浮要求,输水明渠底板应比河道常遇洪水水面高,河道在该段的比降为3.8%,因此,设计渠底比降基本与地面比降相近且小于河道比降,取1.06%。

明渠断面采用宽浅型式,输水明渠的水力学计算按梯形断面明渠均匀流的方法计算,断面越宽,渠内的水深越浅,对沙坪水电站厂房尾水的影响就越小,渠道边墙的工程量越小。考虑到输水明渠应具有调节池的功能,根据地形条件和沙坪水电站厂房尾水池布置,左岸明渠尽量靠山一侧布置,使左侧渠堤处于挖方上;右岸渠堤在不影响河道行洪断面的基础上应尽量向河道一侧布置,结合渠道横断面布置情况,确定明渠底宽为48~20 m,渠道平均流速为 $1 \text{ m/s}$ ,正常水深2.5 m,设计流量为 $133.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,相应的电站调节池有效容积为 $26880 \text{ m}^3$ ,满足机组2 min关闭时间的要求。

输水明渠上游与沙坪水电站厂房尾水池衔接,中部与沉沙池出口相连。输水明渠长251.24 m,为半梯形半矩形渠道,渠堤顶高程为2007.3 m。在轴线桩号引0+304.41~引0+370.2的右侧设置80 m长圆弧型溢流侧堰,内侧圆弧半径为64.97 m,堰顶高程为2005.15 m。明渠左岸为挖方渠堤,渠顶宽5 m,兼作上隧洞进水口的交通。为方便日后的运行检修,在明渠上游左侧设一条宽7.5 m的道路通向池底。输水明渠底板衬砌混

凝土厚 60 ~ 30 cm, 以下依次为 2 cm 厚的水泥砂浆、0.25 mm 厚的复合土工防渗膜、50 cm 厚的过渡料垫层和砂砾石的渠道基础。渠道每 10 m 设伸缩缝一道, 缝内设置橡胶止水带。

输水明渠溢流侧堰的作用是在沙坪水电站正常运行、偏桥水电站甩负荷时多余的流量可以迅速通过溢流侧堰排入河道, 尽量不影响沙坪水电站的运行和安全。根据类似工程经验, 溢流侧堰的最大溢流流量是沙坪水电站正常运行的流量 (109.6 m<sup>3</sup>/s) 和来自九龙河的设计引用流量 (23.9 m<sup>3</sup>/s) 及偏桥水电站突然甩全负荷时隧洞的退水流量三者之和, 即溢流侧堰的最大溢流流量是 200.25 m<sup>3</sup>/s, 为偏桥水电站设计引用流量的 1.5 倍。

根据枢纽布置要求, 输水明渠溢流侧堰布置在输水明渠下游的右侧, 堰顶高程应高出九龙河发生 200 a 一遇洪水时的洪水水位。溢流堰长度与溢流堰顶水深统筹兼顾, 最终确定的堰顶长度为 80 m、堰上最大水头为 1.29 m。溢流堰下游采用台阶消能方式, 由混凝土护坦与原河道平顺相接。

#### (5) 引水隧洞进口。

表 1 水流控制设施泄流能力表

| 项目                                  | 泄洪闸   | 冲沙闸   | 取水口     | 输水明渠溢流堰  | 沉沙池排沙闸 | 引水隧洞进口  |
|-------------------------------------|-------|-------|---------|----------|--------|---------|
| 控制型式                                | 弧形闸门  | 弧形闸门  | 平板闸门    | 自由溢流     | 平板闸门   | 平板闸门    |
| 孔数                                  | 2     | 1     | 1       |          | 2      | 1       |
| 孔口尺寸/m                              | 9×5.1 | 9×5.1 | 10×2    | 80×1.28  | 4×1    | 7×7     |
| 闸(堰)底高程/m                           | 2 002 | 2 002 | 2 005.1 | 2 005.15 | 2 001  | 1 991.8 |
| 泄流量/m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> | 560   | 280   | 41      | 183      | 41     | 122     |

#### 2.3.2 水流控制设施的运行方式

(1) 当九龙河来流量  $Q \leq 44.5 \text{ m}^3/\text{s}$  时: 首部枢纽泄洪闸以及冲沙闸关闭, 取水口平板闸门全部开启, 引流量大于、等于设计流量 23.9 m<sup>3</sup>/s, 保持库水位在正常蓄水位高程 2 007.3 m; 沙坪水电站满发流量为 109.6 m<sup>3</sup>/s, 两者合计流量为 133.5 m<sup>3</sup>/s, 即偏桥水电站三台机组运行流量从电站引水隧洞进口通过, 多余流量从输水明渠溢流堰自由溢出。

(4) 当九龙河来流量为  $44.5 \text{ m}^3/\text{s} < Q \leq 280 \text{ m}^3/\text{s}$  时: 首部枢纽取水口平板闸门全部开启, 引流量大于、等于设计流量 23.9 m<sup>3</sup>/s, 沙坪水电站满发流量为 109.6 m<sup>3</sup>/s, 引水隧洞进口引用流量为 133.5 m<sup>3</sup>/s, 即偏桥水电站三台机组满发运行, 冲沙闸部分或全部开启, 根据闸前淤积情况作不定期拉沙运行, 同时控制水库水位不超过正常

输水明渠末端以坡比为 1:2.439、长 22 m 的陡坡扭面段与隧洞进口相连, 平面上明渠轴线与隧洞进口夹角为 126.15°, 宽度由 20 m 渐变到隧洞进口的 7 m。隧洞进口走向为 SE48.381°, 布置在基岩相对完整稳定的山坡处。隧洞进口底高程为 1991.8 m, 沿水流方向分别设置一道宽 7 m、高 9 m 的主副拦污栅和一孔宽 7 m、高 7 m 的引水隧洞事故检修门, 主拦污栅为固定栅, 采用清污抓斗清污, 副拦污栅为活动栅; 分别安装 1 台 2×320 kN 和 1 台 2×630 kN 固定启闭机。闸底板和侧墙厚度均为 3 m, 闸顶高程为 2 007.3 m, 闸室总长 19.6 m, 由长 8 m 的固定栅段和长 11.6 m 的闸门室段组成。

#### 2.3 首部枢纽运行方式

##### 2.3.1 水流控制设施与泄流能力

首部枢纽的水流控制设施主要有: 2 孔泄洪闸和 1 孔冲沙闸、取水口、沉沙池排沙闸、输水明渠溢流堰偏桥水电站引水隧洞进口各水流控制设施的泄流能力见表 1。水库正常水位高程为 2 007.3 m, 输水明渠正常水位高程为 2 005.05 m。

蓄水位高程 2 007.3 m。

(3) 当九龙河来流量  $Q > 280 \text{ m}^3/\text{s}$  时: 首部枢纽取水口平板闸门关闭, 冲沙闸或泄洪闸全部或部分开启进行敞泄排沙。

(4) 当沙坪水电站事故停机时, 首部枢纽取水口平板闸门全部开启, 沉沙池满负荷运行, 偏桥水电站一台机组运行 ( $Q = 44.5 \text{ m}^3/\text{s}$ )。每年可利用电力系统暂时不需要负荷时进行电站沉沙池的冲沙。

(5) 当偏桥水电站事故停机时, 引水隧洞进口闸门关闭, 沙坪水电站尾水出流从输水明渠溢流堰自由溢出, 或沉沙池排沙闸全部开启, 帮助调节输水明渠水位, 以利降低沙坪水电站尾水水位。

#### 3 结语

(1) 偏桥水电站首部枢纽充分利用地形条件, 总体布置紧凑合理, 与沙坪水电站厂房巧妙结

合,两者浑然一体。

(2) 鉴于该工程闸址区河漫滩宽阔,闸基覆盖层深厚。对低闸坝的防渗设计采用了上游水平铺盖,下游渗流出口设反滤层和防冲墙,左岸副坝与基岩结合处设固结灌浆的方案,不仅能达到防渗的目的,而且施工方便,节省工程造价。

(3) 首部枢纽设计泄洪宽度基本接近原河道主河槽宽度。实际运行证明:闸址上下游基本能达到冲淤平衡。

(4) 该电站82.1%的流量直接由上游沙坪水电站尾水提供,河道取水仅为17.9%,减少了取水和沉沙需要的成本,水力学试验和实际运行证明,上下游两电站串联式布置在运行上完全可行。

(5) 沉沙池采用双箱布置,排沙道采用双孔排沙,模型试验结果验证:冲沙效果更好,缩短了

(上接第7页)

为原防渗墙帷幕灌浆孔,孔距约2 m。先用纯水泥浆灌注,灌浆压力为2.5 MPa,再升至4~5 MPa闭浆0.5 h,待凝12 h后扫孔进行压水试验,若透水率 $q < 0.4$  Lu则进入下一段施工,透水率 $q > 0.4$  Lu则进行化灌补强,并在已完成的帷幕灌浆上游侧再增加了三排覆盖层帷幕灌浆,排距为1.2 m、孔距1 m,采用纯水泥浆分两序灌注,灌浆压力为2 MPa,灌后透水率按 $q \leq 10$  Lu控制,帷幕与防渗墙底搭接长度为5 m、入岩5 m,平面上与左右单元搭接,搭接段宽度为5 m。采取该方案后,根据趾板上布置的帷幕厚度与孔距、排距等参数的相关经验公式估算,帷幕厚度为8 m。经三维渗流计算复核,得到水力坡降为7.6~9.8。灌后经压水试验检查,满足设计要求。

②对右岸C6~D3单元、中部灌浆平洞未达标段的处理。施工过程中,灌浆质量检测发现:右岸C6~D3单元60 m以下部位及中部灌浆平洞以下部位灌注压水检测不合格段,先采用磨细水泥提高压力灌浆,再进行原孔压水检测判定其是否采用水泥-化学灌浆进行补强处理。复合灌浆孔布置在主帷幕灌浆孔之间,采用单排布置,孔距1.5 m。具体方式为:钻孔结束后,采用孔口封闭单点法进行压水试验,压力为1 MPa,当透水率 $q > 3$  Lu时,对该孔段进行水泥-化学复合灌浆;当透水率 $q \leq 3$  Lu时,继续下一工序施工;若继续钻进施工的孔段透水率 $q \geq 3$  Lu时,可与上部合

冲沙时间,冲沙运行更加灵活。

(6) 利用左岸地形、采用宽浅式设计的输水明渠巧妙地将上下游两电站结合为一体,既能充当电站调节池,又能避免上下游两电站尾水和进水口水位的频繁波动。输水明渠采用单宽流量小、设计水头低的圆弧式溢流侧堰,阶梯式的消能方式与原河道衔接合理,泄流顺畅;平滑如镜的渠面溢流如瀑布般的水帘,为首部枢纽增添了一道亮丽的风景。

(7) 偏桥水电站已运行9 a有余,首部枢纽运行管理方便,水流控制满足设计要求。

#### 作者简介:

方卫红(1966-),女,浙江兰溪人,高级工程师,从事水工设计工作;

唐德江(1970-),男,四川万源人,主任,工程师,从事水利水电工程建设管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

格的孔段一起灌注,但段长不得大于20 m。水泥灌浆压力为2.5 MPa,化学灌浆压力为2 MPa。采取该方案进行处理后,经压水试验检测,满足设计要求。

## 4 结 语

斜卡水电站大坝主体工程于2010年1月开工,2015年8月工程竣工。在工程建设过程中,针对大坝基础处理存在的诸多技术难题进行了大量的实验研究,多次召开专家咨询会进行咨询论证,精心组织、科学管理,最终攻克了深厚覆盖层防渗墙施工和超深强透水基岩灌浆成幕的技术难题。水库蓄水发电以来,大坝已经过3个完整水文年的正常水位蓄水检验,大坝沉降、绕坝渗漏等各项水工监测参数未见异常,基础防渗系统施工质量良好,坝体运行安全可靠,完全满足设计和安全运行要求,为我国类似工程建设提供了成功的实践经验。

#### 参考文献:

- [1] 蔡海燕. 新型自密实砂浆在高寒地区宽贯通型裂隙深孔帷幕灌浆中的应用[J]. 水利水电技术. 2014, 45(8):112~114.

#### 作者简介:

陈明辉(1963-),男,四川成都人,党委书记兼常务副总经理,工程师,从事水电工程建设技术与管理工;

王敦平(1970-),男,四川三台人,高级工程师,从事水利水电工程地质勘察工作;

代亚洲(1978-),男,重庆市人,总经济师,高级经济师,从事合同管理和工程造价管理工作。

(责任编辑:李燕辉)