

猴子岩水电站开关站布置设计

李治国, 张罗彬, 刘一

(中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 四川成都 610072)

摘要: 根据工程区地形地质条件, 首先进行地面场址的比选, 再进行地面和地下开关站的比选, 最终确定最优方案。该方案可以有效降低开关站运行期间的风险, 满足输电潮流的合理性并保证其安全运行。

关键词: 猴子岩水电站; 开关站; GIS 设备; 出线场

中图分类号: TV7; TV733; TV222

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2012)02-0134-04

1 工程概况

猴子岩水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定县境内, 是大渡河干流水电规划调整推荐 22 级开发方案中的第 9 个梯级电站, 上游为丹巴水电站, 下游为长河坝水电站。电站距省会成都市约 402 km, 对外交通条件较好。电站装机容量 1 700 MW (425 MW × 4 台), 单独运行多年平均年发电量 70.15 亿 kW · h, 上游出现双江口水库后多年平均年发电量 73.64 亿 kW · h。

在猴子岩水电站建成前期, 丹巴水电站以 2 回出线接至康定(大杠) 550 kV 变电站, 猴子岩水电站投产后, 将这 2 回 500 kV 线路“II”接入猴子岩水电站, 丹巴水电站的电能通过猴子岩水电站送出至康定(大杠)。另新建 1 回猴子岩 ~ 康定(大杠) 的 500 kV 线路, 最终本电站以 3 回出线接入康定(大杠) 550 kV 变电站。因此, 本电站的接入系统方式为: 电站以 500 kV 一级电压接入系统, 出线 5 回, 其中 2 回至丹巴变电站, 3 回至康定(大杠) 变电站。

2 地形地质条件

猴子岩水电站坝址河谷狭窄, 形态呈较对称的“V”型谷, 无较宽阔的阶地分布。河谷两岸地形陡峻, 临河坡高大于 800 m, 左岸 1 900 m 高程以下地形坡度一般为 60° ~ 65°, 以上变缓为 30° ~ 40°, 右岸 2 000 m 高程以下地形坡度一般为 55° ~ 60°, 以上为 40° ~ 50°。坝址区河床覆盖层一般厚度为 41.2 ~ 67.77 m, 最大厚度为 85.5 m。

3 地面场址比选及结论意见

3.1 地面场址比选

收稿日期: 2012-02-20

无论地面开关站或地下开关站都需要一个地面的场地来布置相应的 GIS 设备或出线设备。根据坝址区的地形地质条件、枢纽总体布置格局、出线设备布置及雾化等因素, 拟定了 2 个方案进行比较。方案一: 坝轴线下游约 480 m 处右岸高程 1 850 m 坡地场址方案; 方案二: 坝下游压重体场址方案。

3.1.1 方案一: 坝轴线下游约 480 m 处右岸高程 1 850 m 坡地场址方案

(1) 工程地质条件。



图1 右岸场地后坡地形地貌图

方案一中的场址布置于坝轴线下游约 480 m 处右岸 1 850 m 高程坡地(图 1)。场址以上的自然边坡高约 700 m, 自然边坡总体走向 SN, 顺河长度约 200 m。地形坡度陡缓相间, 1 850 ~ 2 000 m 高程边坡坡度约为 45°, 2 000 ~ 2 200 m 高程为陡崖, 坡度约为 75°, 2 200 m 高程以上约为 40°。在陡崖坡脚处高程 2 000 ~ 1 750 m 处、陡崖顶部 2 200 m 高程以上地形稍缓地带, 分布有一些崩坡积物的覆盖层, 其厚度为 6 m 左右, 崩坡积物的覆

盖层主要由块碎石土组成,较松散,其他大部分基岩裸露;2 200 m 高程以上地形稍缓地带植被发育较好,陡崖处植被不发育。

该场址置于弱风化上带、强卸荷带岩体上,场地整体稳定,但岩体破碎,呈块裂结构,其承载力和抗变形能力基本满足要求。经过地表地质调查,场址以上自然边坡分布较多危险源,主要以危石群为主,分布于后坡陡崖地段。自然边坡分布的危石和危岩体在风化、卸荷、地震等外因的作用下可能会发生滑落、崩塌破坏,总体稳定性差。

(2)地面建筑物的基础处理及边坡防护设计。

场址基础座落在基岩上,承载力和变形能力基本满足要求。场址后缘自然边坡为崩坡积堆积,其厚度为6 m 左右,基座较陡。开挖边坡处理措施为:将场址后缘陡崖下的崩坡积堆积全部清除,并对该部分边坡进行喷锚支护处理,拟定的支护参数为:锚杆 $\phi 28/\phi 25$, $L = 6/4.5$ m, 间、排距 1.5 m;挂网 $\phi 6.5$, 间排距 0.15 m, 喷 C20 混凝土厚 0.15 m, 随机预应力锚索 180 t, $L = 45$ m。在开挖边坡底部设置混凝土挡墙(图2)。

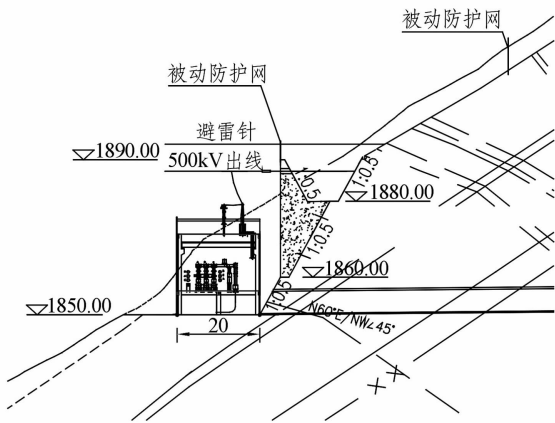


图2 混凝土挡墙布置图

对于崩坡积体以上自然边坡,根据相应的地质条件,对危岩体进行清除和嵌补,采用主动网防护,并在边坡较缓部位以及陡崖顶部设置被动网,层层拦截滚石。

3.1.2 方案二:坝下游压重体场址方案

(1)工程地质条件。

方案二中的场址布置于坝后压重体上,场地开阔,地基属坝体的一部分,经分层碾压后密实度有所提高,其承载力基本满足要求。但该场址两



图3 坝肩危石群

岸自然边坡高陡,约800~1 000 m,河谷强烈下切导致谷坡向临空方向产生较强烈卸荷(图3)。在构造地质作用及物理地质作用下,自然边坡上多发育危石及危岩体等危险源,多以落石等形式产生坡面地质灾害。

(2)地面建筑物基础处理及边坡防护设计。

场址位于坝后压重体上,为满足基础承载力及不均匀沉降,需对基础进行特别处理,方法为压重体的堆石料采用与坝体相同质量的堆石料并采用一样的施工工艺。

场址无开挖边坡,但两岸自然边坡需要进行处理。根据相应的地质条件对危岩体进行了清除,并采用主动网防护,防护范围顺河方向:坝轴线下游至尾水渠上游高程1 750~2 200 m 左右,并在高程2 200 m 左右布设被动网,以防护高程2 200 m 左右以上的滚石。

3.2 结论

(1)基础条件比较:方案二中的场址布置在坝后压重体上,堆石填筑的最大厚度约为80 m。虽然采用了特别处理措施,但基础的沉降变形仍存在不可控性。方案一中的场址置于弱风化、强卸荷带岩体上,场地整体稳定,基础承载力和抗变形能力满足要求。

(2)自然边坡的影响比较:方案二中的场址布置在坝后压重体上且场地面积较大,左右两岸边坡的滚石都会对其构成威胁。为保证场地安全,需对坝下游侧左右两岸自然边坡的危石(群)进行处理且处理范围较大,处理工作量和难度也很大。方案一由于场址布置在一侧岸坡且高程较

高,相对而言影响其安全运行的自然边坡的危石(群)范围相对较小,就自然边坡支护工程量而言,方案一比方案二小。

根据对基础条件和自然边坡进行的影响分析,方案一将场址选在右岸 1 850 m 高程基础处理较为落实,从而最大限度地避免了自然边坡危险源的影响。

4 开关站布置位置比选及结论

4.1 布置位置比选

鉴于 GIS 设备可能布置于地面或地下,开关站相应的分为地面开关站和地下开关站。

(1)地下开关站方案。GIS 设备布置于地下,500 kV 设备运行的可靠性和安全性有所提高。

(2)地下开关站方案。GIS 布置在地下洞室内,受地质条件的限制,地下 GIS 室的宽度较小,现场耐压试验具有一定难度:若 GIS 和 GIL 分别作耐压试验,则 GIS 的耐压试验受地下洞室的空间限制,试验设备只能布置在地面出线场附近。通过对 GIL 对 GIS 进行耐压试验,同时完成 GIL 的试验,试验设备容量需满足所试 GIS 和 GIL 之和,试验设备参数高、试验难度大。地下开关站方案的现场试验比地面开关站方案复杂、投资相对较大。

(3)根据目前的接入系统方案,电站 500 kV 出线 5 回,其中 2 回至上游的 500 kV 丹巴变电站,3 回至下游 500 kV 康定(大杠)变电站。开关站布置在地下,丹巴变电站输送的电能需先从地面出线场引下至地下 GIS,再从出线洞送回地面出线场,输电损耗略有增加,输电潮流合理性相对较差。

4.2 结论

GIS 设备布置在地下,设备运行可靠性较高,但耐压试验难度大,输电损耗略有增加,土建投资增加,输电潮流合理性相对较差。GIS 布置在地面 GIS 楼内,设备运行可靠性相对较低,但在采取必要的自然边坡和结构处理措施后,可以提高 GIS 等机电出线设备运行的可靠性(图 4)。

5 猴子岩水电站 500 kV 开关站布置方案

在综合考虑地形地质、建筑物、机电设备布置等主要因素并通过比选设计后,将地面开关站布置于坝轴线下游约 480 m 处右岸 1 850 m 高程坡地。

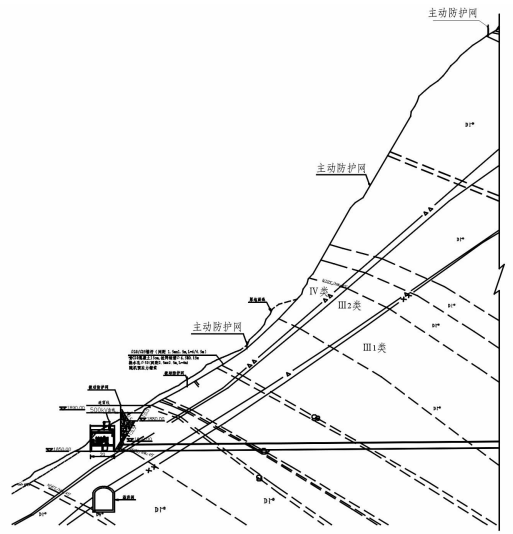


图4 地面开关站边坡开挖支护图

具体设计方案为:地面开关站布置于右岸坝轴线下游约 480 m、1 850 m 高程的坡地。开关站采用长条型布置,尺寸为 160 m × 20 m。为尽量减少边坡滚石对 GIS 设备的危害,在 GIS 楼后部设置挡墙以拦截滚石。主变压器布置于坝下游侧右岸山体内部平行于主厂房洞室的主变室内。主变室和开关站通过一条布置有 4 回 500 kV 电缆的出线洞连接。

开关站后缘边坡为崩坡积体堆积,且基座较陡,在边坡处理时,需将其全部清除。拟定支护参数如下:采用锚杆 $\varphi 28/\varphi 25$, $L = 6 \text{ m}/4.5 \text{ m}$,间、排距 1.5 m;挂网 $\varphi 6.5$,间排距 0.15 m,喷 C20 混凝土 0.15 m,随机预应力锚索 180 t, $L = 45 \text{ m}$ 。崩坡积体以上自然边坡总体走向 SN,顺河长度约为 200 m。2 000 ~ 2 200 m 高程为陡崖,坡度约 75°,高程 2 200 m 以上约为 40°。根据相应的地质条件,对危岩体进行了清除和嵌补,采用主动网防护,并在边坡较缓部位以及陡崖顶部设置被动网,层层拦截滚石。

6 开关站布置设计特点

6.1 自然边坡问题

对于高山峡谷地区,在做好开挖边坡支护的同时,自然边坡的防护目前也是边坡整治的重点。自然边坡的防护不仅要考虑施工期工程区的安全,而且在有建筑物布置时,还需考虑其运行期的安全。自然边坡防护的投资占工程投资的很大部分,且其工期也可能影响到主体工程的开工时间。因此,在做地面建筑物设计时首先要考虑这方面

的影响。方案一中的场址布置在一侧岸坡,且高程较高,相对而言,影响其安全运行的边坡(特别是环境边坡)的危石(群)范围、处理工作量和难度相对较小。

6.2 建筑物基础问题

该工程坝址区河床覆盖层一般厚度为 41.2~67.77 m,最大厚度为 85.5 m。设计中比较的场址布置于坝后压重体上的方案场地开阔,地基属坝体的一部分,为填筑的块碎石土,结构不均一,经分层碾压后密实度有所提高,承载力基本满足要求,但基础的不均匀沉降依然存在,将影响设备的运行。方案一中的场址布置于右岸边坡开挖出的平台上,基础承载力和抗变形能力满足要求。

6.3 GIS 设备布置问题

GIS 设备布置于地下,运行的可靠性和安全性有所提高,但地下洞室的开挖跨度亦将增加,且

(上接第 129 页)

堰填筑工作面。

堰体水下部分采取端进法全断面抛填,采用堤头集料,推土机赶料抛投。

在水面以下堰体填筑完成并经验收合格后,再进行水面以上堰体填筑施工。采用推土机按 1 m 厚度控制铺料平整,人工洒水,25 t 振动碾顺堰轴线方向采用进退错距法碾压,碾压遍数为 6~8 遍。

7 分流围堰表面防护施工

为满足分流围堰表面的防冲保护要求,分流围堰填筑完成后需对其表面进行过水保护。过水保护施工主要包括堰面混凝土护面施工、钢筋石笼护面施工、大块石串护脚,两岸贴坡混凝土施工

试验设施的难度也随之增加。猴子岩水电站 500 kV 出线 5 回,丹巴变电站输送的电能需通过本工程的 GIS 设备。如果将 GIS 设备布置于地下,那么,输电损耗将略有增加,输电潮流合理性相对较差。方案一采用地面 GIS 方案输电潮流合理,将 GIS 布置在地面 GIS 楼内,设备运行可靠性相对较低,但除进行必要的自然边坡处理外,在 GIS 楼后方设置挡墙拦截滚石,通过层层防护,在很大程度上提高了 GIS 等机电出线设备运行的可靠性。

作者简介:

李治国(1978-),男,四川仁寿人,副设计总工程师,工程师,学士,从事水电站厂房设计工作;

张罗彬(1971-),男,重庆丰都人,高级工程师,工程硕士,从事水电站厂房设计工作;

刘一(1981-),男,湖北天门人,工程师,学士,从事水电站厂房设计工作。

(责任编辑:李燕辉)

及浆砌石挡墙施工等。

8 结 语

猴子岩水电站分流围堰在汛前提前实施,为枯水期进行围堰防渗墙施工及堰体填筑施工奠定了基础,为在一个枯水期内完成围堰施工赢得了工期,减小了深覆盖层围堰防渗墙施工的风险和压力,在大型工程、围堰施工难度高、工程量大的水电工程中是一种值得考虑和选择的方案。

作者简介:

杨正贵(1968-),男,湖北宜昌人,专业总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工;

柏元武(1970-),男,湖北竹山人,项目常务副经理,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

白水江流域玉瓦水电站可研设计通过审查

2012年2月21日至22日,四川省工程咨询研究院组织专家在成都对成都院编制完成的《四川省白水江流域玉瓦水电站可行性研究报告》进行了评审。玉瓦水电站是白水江干流(大录~青龙桥段)“一库七级”开发方案的第二级,上接多诺龙头水库,下接陵江电站。工程开发任务为发电,兼顾下游减水河段生态环境和景观用水。电站采用引水式开发,正常蓄水位高程 2 019 m,装机容量 49 MW,与多诺水库电站联合运行多年平均发电量 2.025 亿 kW·h,建成后在满足当地用电的基础上供电四川电网。枢纽主要建筑物由首部枢纽、引水建筑物和厂区枢纽三大部分组成。闸址位于阿坝州九寨沟县玉瓦乡酒房村下游 500 m 处,最大坝高 17.5 m;引水隧洞布置于右岸,长 14 072 m;厂址位于九寨沟县黑河乡水口坝村下游 1.8 km 处,推荐右岸地面厂房,共装机两台。受业主委托,成都院于 2006 年 5 月正式启动玉瓦水电站的前期勘测设计工作,响应业主及相关主管单位要求,成都院先后按水口及电口规范编制完成了多套设计报告;2009 年底通过电口预可设计审查后立即转入可研勘测设计工作,与业主一道先后完成了安全预评价、地质灾害评估、工程建设规划同意书、压覆矿调查、行洪论证、水资源论证、建筑征地移民安置规划、水土保持、环境保护等多项专题并审查通过,特别是在环保要求越来越严苛的情况下,环境保护专题经业主及成都院领导多方面努力于去年底终获审查并通过。本次会议听取了白水江上游项目部玉瓦设总关于本电站可研设计成果的全面汇报,并分 4 个专业组进行了认真细致的讨论和审议。会议审查认为,本可研报告内容和深度基本达到可行性研究设计阶段的深度要求,一致同意该报告。