

猴子岩水电站引水发电系统施工通道规划

徐成¹, 杨英², 石岩林¹

(1. 国电大渡河猴子岩水电建设有限公司, 四川 康定 626005; 2. 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072)

摘要:猴子岩水电站引水发电系统采用首部地下厂房布置方式, 地下厂区由主厂房、主变室、尾水调压室组成, 三大洞室平行布置。因洞室群规模较大, 地质条件复杂, 开挖支护工期紧, 通道规划至关重要。结合猴子岩工程的具体特点, 简述了猴子岩水电站引水发电系统施工通道规划。

关键词:猴子岩水电站; 引水发电; 施工通道; 规划

中图分类号: TV222; TV51

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2012)02-0099-03

1 工程概述

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, 采用坝式开发, 枢纽建筑物主要由拦河坝、两岸泄洪及放空建筑物、右岸首部式地下引水发电系统等组成。

水库正常蓄水位高程1 842 m, 相应库容6.62亿 m^3 , 总库容7.06亿 m^3 , 死水位高程1 802 m, 调节库容3.87亿 m^3 , 具有季调节性能。电站装机容量1 700 MW(4×425 MW), 单独运行多年平均年发电量70.15亿 $kW \cdot h$; 上游双江口水库建成后多年平均年发电量为73.64亿 $kW \cdot h$ 。

2 引水发电系统布置

引水发电建筑物布置于河道右岸, 采用首部地下厂房布置方式。引水采用“单管单机”供水, 地下厂区主厂房、主变室、尾水调压室三大洞室平行布置, 尾水采用“两机一室一洞”布置格局。引水发电建筑物主要由电站进水口、压力管道、主厂房、副厂房、主变室、开关站、尾水调压室、尾水洞等建筑物组成。

电站进水口位于大渡河右岸磨子沟下游, 采用岸塔式进口, 4台机组进水口呈“一”字型并排布置, 进水口塔体尺寸为122 m×30 m×71.5 m(长×宽×高)。进水口底板顶高程为1 781 m, 塔顶高程为1 847.5 m, 相邻进水塔之间设一条沉降缝, 每个塔体结构独立。

压力管道采用单机单管布置, 4条管道平行布置, 上平段管轴线间距30 m, 下平段管轴线间

距30.54 m, 上、下平段采用60°斜井连接, 压力管道内径10.5 m, 单机设计引用流量368.4 m^3/s , 流速4.25 m/s。

发电厂房布置于大渡河右岸略靠坝轴线上游山体内部, 厂房最小垂直埋深约380 m, 最小水平埋深约250 m。主厂房尺寸为219.5 m×29.2 m×68.7 m(长×宽×高), 主变室尺寸为139 m×18.8 m×25.2 m(长×宽×高), 尾调室尺寸为140.5 m×23.5 m×75 m(长×宽×高); 三大洞室平行布置, 尾水调压室中心线和厂房顶拱中心线间距为134.9 m, 主变室与厂房和尾水调压室间岩柱厚度分别为45 m和44.75 m。

尾水系统采用“两机一室一洞”布置格局, 两条尾水洞与调压室的连接采用室内交汇方式。调压室为两个长条形圆拱直墙阻抗式, 中间采用15.5 m厚岩柱隔开, 调压室断面尺寸分别为64 m×20 m×57.5 m、57 m×20 m×57.5 m(长×下室宽×高)。1、2号尾水洞长度分别为805.264 m、669.318 m, 主洞断面尺寸为12 m×16 m(宽×高)。

3 施工通道规划原则

猴子岩水电站引水发电系统施工通道依据以下原则规划:

(1) 充分利用省道S211、2#公路、4#公路隧道、主厂房进风洞、进厂交通洞等已形成的主要通道结合各部位洞室开挖、混凝土浇筑等不同时段施工需要, 从上述主要通道派生施工支洞辐射至各部位, 尽可能形成循环通道或双通道。

(2) 各施工通道布置采取永久与临时相结合

的原则,充分考虑围岩稳定性要求,尽量不破坏围岩的整体性。各施工支洞路线力求平面布置平顺、便捷,坡度适中,以有利于行车安全,组织高效快速施工;同时尽可能减小工程量,以节省施工成本。

(3)引水系统、地下厂房系统、尾水隧洞系统三大系统施工通道相对独立,各主要施工通道均按双车道考虑,主要施工通道路面均作混凝土硬化处理。

(4)施工通道布置时,考虑施工用风、水、电管线路布置,尽可能为施工临时设施预留一定的空间,为施工通风散烟创造有利的条件。

4 施工通道具体规划

本工程地下洞群施工在充分利用设计洞室兼作施工通道的基础上,共规划施工支洞 13 条,通道总长度为 3 030.43 m,具体布置见引水发电系统施工通道总平面布置图(图 1)。

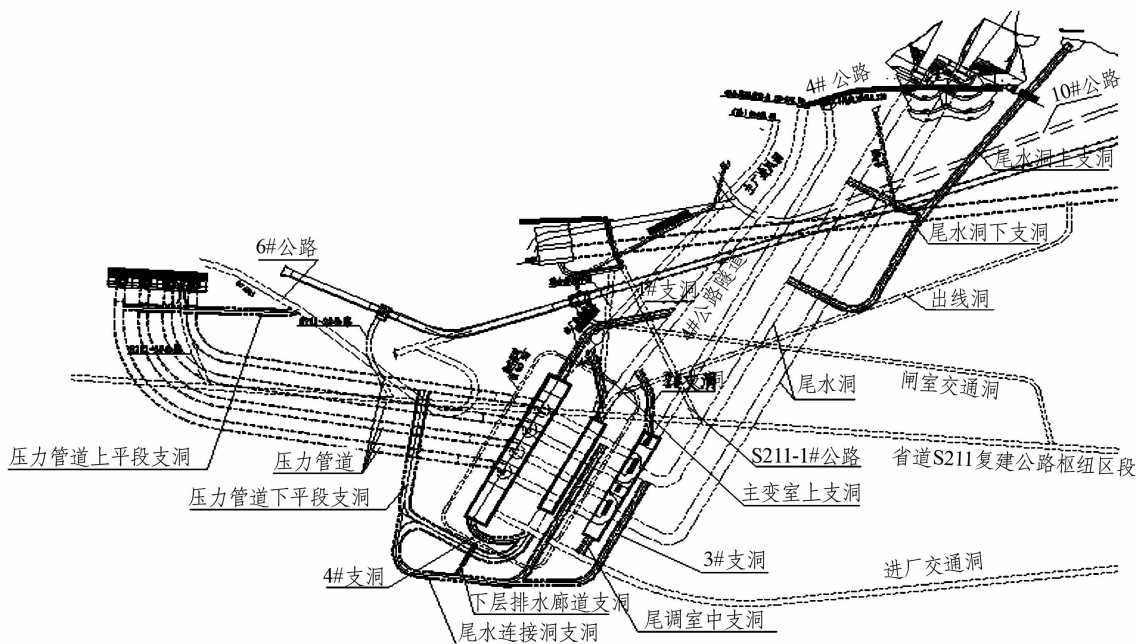


图 1 引水发电系统施工通道总平面布置图

(1) 进水口施工支洞。

进水口高程 1 840 m 以上部分通过已有的 S211-3#公路进行施工。为了解决高程 1 840 m 以下部分的施工,布置了 6#公路,从 2#公路隧道至进水口底板。6#公路起点为 2#公路的高程 1 755.7 m 处,终点至进水口高程 1 779 m 平台,长度为 518 m,平均纵坡 4.6%,设计断面尺寸为 8 m × 7 m,城门洞型。

(2) 压力管道施工支洞。

为了满足压力管道上平段、压力管道斜管段施工,从 6#公路布置压力管道上平段支洞进入压力管道上平段。压力管道上平段支洞起点为 6#公路桩号 0 + 453,终点位于 1#压力管道的(管 1) 0 + 027,长度为 230 m,起点高程 1 776.5 m,终点高程 1 776.9 m,平均坡度 0.2%,设计断面尺寸为 8 m × 7 m,城门洞型。

为了满足压力管道下平段施工、压力管道斜

管段、压力管道钢管安装,从 4#公路隧道布置压力管道下平段支洞进入压力管道下平段。压力管道下平段支洞起点为 4#公路桩号 K0 + 000,终点位于 4#压力管道的(管 4) 0 + 400.116,长度为 374.63 m,起点高程 1 703 m,终点高程 1 680 m,平均坡度 8.85%,设计断面尺寸为 12.5 m × 7 m,城门洞型。

(3) 三大洞室施工支洞。

三大洞室开挖及支护在利用设计洞室作为通道以外,新增了 5 条施工支洞。所利用的设计洞室分别为进厂交通洞、主厂房进风洞、主变排风洞、尾调交通洞、压力管道下平段、尾水管、母线洞等。新增的 5 条施工支洞分别为主变室上支洞、尾调中支洞、1#支洞、2#支洞、4#支洞。

主变室施工上支洞布置于主变室左端墙的上部,主要负责主变室第 I ~ III 层的开挖和支护。主变室上支洞起点为主厂房进风洞桩号(进) 0 +

54.8, 终点位于主变室左端墙, 长度为99 m, 起点高程1 722 m, 终点高程1 720.6 m, 平均坡度为1.3%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

尾调中支洞布置于尾水调压室右端墙的中部, 主要负责进行1#尾调室第Ⅳ~Ⅵ层的开挖。尾调中支洞起点为进厂交通洞桩号0+120, 终点位于尾调室右端墙, 长度为29.8 m, 起点高程为1 703.97 m, 终点高程1 704 m, 为平段, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

1#支洞布置于主厂房左端墙的副厂房底板上, 主要负责第Ⅴ~Ⅶ层的开挖支护, 可以与母线洞形成双通道, 并有利于提高通风效果。厂房第Ⅴ层开挖受到压力管道下平段处帷幕灌浆的影响, 不能及时形成压力管道下平段的施工通道, 若无1#支洞, 则只有通过竖井尾水连接洞出渣, 将降低开挖效率。1#支洞起点为4#公路隧道K0+347, 终点位于厂房左端墙, 长度为200 m, 起点高程1 707 m, 终点高程1 691.5 m, 平均坡度为7.75%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

2#支洞布置于尾水调压室左端墙的中部, 主要负责尾调室2#闸室第Ⅳ~Ⅵ层的开挖支护。设计要求尾调室两单室开挖时不应同时下降, 高差应不小于20 m, 从而使两个闸室成为相对独立的开挖单位, 因此需要为2#闸室布置单独的通道, 以便快速进行开挖支护。若无此支洞, 则2#闸室第Ⅳ层以下的开挖均需采用溜渣井进行开挖, 从而将增加开挖的难度并降低开挖进度。2#支洞起点为4#公路隧道K0+256, 终点位于尾调室左端墙, 长度为88 m, 起点高程1 705 m, 终点高程1 703 m, 平均坡度2.3%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

4#支洞布置于主厂房右端墙的中上部, 主要负责主厂房第Ⅲ、Ⅳ层的开挖支护和岩锚梁的施工, 与主厂房进风洞形成双通道并便于岩锚梁的施工和第Ⅲ、Ⅳ层的开挖支护, 为厂房该部位的快速施工创造顺畅的通道条件。4#支洞起点为管道下平段支洞0+10.6, 终点位于厂房右端墙, 长度为80 m, 起点高程1 903 m, 终点高程1 710 m, 平均坡度8.8%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

(4) 尾水洞系统施工支洞。

尾水洞共布置4条施工支洞, 分别为尾水连

接洞支洞、3#支洞、尾水洞上支洞、尾水洞下支洞。

尾水连接洞支洞主要负责尾水连接洞下层的开挖支护、主厂房第Ⅸ层的开挖和混凝土施工通道。尾水连接洞支洞起点为压力管道下平段支洞桩号0+187.7, 终点位于尾水连接洞的厂纵0+74.8, 长度为446 m, 起点高程1 688.6 m, 终点高程1 666.32 m, 平均坡度6.76%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

3#支洞布置于调压室附近, 主要负责尾水连接洞上层开挖并作为尾水洞下层开挖的钻爆通道。该支洞将尾水洞和调压室分隔为相对独立的施工部位, 可以有效的减少尾水洞与三大洞室的施工干扰, 将提高三大洞室和尾水洞的施工效率。3#支洞起点为尾水连接洞支洞0+212, 终点位于尾水洞(尾2)0+15.8, 长度为260 m, 起点高程1 674 m, 终点高程1 677 m, 平均坡度1.1%, 设计断面尺寸为7 m×6 m, 城门洞型。

尾水洞上支洞主要负责尾水洞上层的开挖支护。尾水隧道上支洞起点为省道S211, 终点位于(尾2)0+521.567, 长度为395 m, 起点高程为1 710.5 m, 终点高程1 696 m, 平均坡度7.14%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

尾水洞下支洞主要负责尾水洞下层的开挖支护和混凝土施工。尾水隧道下支洞起点为尾水隧道上支洞0+286.4, 终点位于(尾2)0+367.567, 长度为260 m, 起点高程1 689 m, 终点高程为1 672.4 m, 平均坡度8.3%, 设计断面尺寸为8 m×7 m, 城门洞型。

(5) 排水廊道施工支洞。

厂房排水帷幕包围三大洞室系统并穿越三大洞室之间, 在不同高程布置了三层排水廊道。为了尽快形成排水条件, 利于厂房开挖施工, 在第三层设置了一条排水廊道支洞。排水廊道支洞起点为尾水连接洞支洞0+134, 终点位于第三层排水廊道, 长度为50 m, 起点高程1 679 m, 终点高程1 775 m, 平均坡度8%, 设计断面尺寸为3 m×3 m, 城门洞型。

5 结 语

猴子岩水电站引水发电系统洞室多、结构复杂, 主要洞室跨度大, 支护型式多样, 工艺复杂, 开挖支护工期紧。同时, 设计要求主变室顶拱开挖

(下转第127页)

岩,但岩性及构造条件不均一,随着开挖进程的推进,围岩类别变化很大。地质预报就是根据掌子面地质情况推断前方的围岩类别,用以指导施工单位选用适宜的支护型式及参数。施工中应根据实际地质条件及时调整施工方法及临时支护措施,避免出现大面积塌方事故。

当预报前方围岩存在不良地质现象:

(1)受大断层、结构面不利结构组合影响,存在楔型失稳体及掉块地质问题;

(2)特别软弱岩石,如煤层、泥化夹层;

(3)大规模松散堆积体;

(4)强卸荷、强风化岩体;

(5)地下水特别发育,有涌水的可能性。

当遇到上述特殊地质条件时,施工单位应及时反馈,由现场地质人员现场调查围岩地质情况,必要时施工超前探孔或导洞,进一步揭露前方地质情况,经“四方”共同研究支护措施,采取系统或超前支护手段进行处理。

6 结 语

猴子岩水电站导流隧洞出口穿越大型泥洛堆积体软岩洞段,地质条件恶劣,施工难度极大。由于采用了科学、合理的施工方法,利用信息化技术手段,高效、安全地通过了这一不良地质洞段,避免了重大地质灾害事故的发生,实现了成功分流的目标,并经受住了汛期超标准洪水的考验。对于大断面、长隧洞穿越软岩地质洞段,通过本工程

~~~~~

(上接第101页)

应滞后厂房和尾水调压室顶拱开挖,三大洞室开挖程序应考虑到方便洞室之间对穿锚索的施工,减小厂房、主变室围岩塑性变形,引水隧洞压力钢管下平段、母线洞、尾水调压室、尾水管及尾水管连接洞与机坑间隔开挖,保证洞间岩柱的稳定。笔者在考虑上述施工重、难点问题的基础上提出的施工通道布置,不仅能够保证猴子岩水电站引水发电系统整体的开挖支护有足够的通道、足够

~~~~~

《大桑水电站建设用地质灾害危险性评估报告》通过专家组审查

2012年2月6日,《大桑水电站建设用地质灾害危险性评估报告》通过审查,专家组成员对该报告给予了高度的评价,一致认为报告内容全面,章节齐全,论述清楚,结论可行,对策措施基本可行。该报告将交付业主使用并在四川省国土资源厅进行备案,建设单位将按《地质灾害防治条例》和评估报告建议作好地质灾害的防治工作。大桑水电站位于四川省丹巴县革什扎河边耳乡和革什扎乡境内,系大渡河上游干流大金川右岸一级支流革什扎河水电规划“一库四级”开发方案的第三级,上接二瓦槽水电站,下接吉牛水电站。电站为日调节引水式电站,拟采用拦河坝长隧洞引水至左岸地面厂房发电。最大坝(坝)高16m,水库正常蓄水位高程2480m,正常蓄水位以下库容为88万 m^3 ,具有日调节性能。电站引用流量679 m^3/s ,引水隧洞长约5180.515m,电站利用落差约102m,设计水头88m,装机容量52MW,属较重要建设项目。工程规划用地位于巴颜喀拉地槽褶皱带的东南部,地处高峡谷区,工程区内冲沟为古泥石流沟,发育有规模巨大的二瓦村古滑坡,并且陡岸坡崩塌现象较普遍,地质环境条件复杂,评估级别为一级。

的实践,积累了以下经验体会:

(1)大断面软岩隧洞开挖采用分层分区、光面爆破技术,减小了对围岩的扰动和稳定结构的破坏,有效地控制了超挖及塌方的可能性,是科学、合理的施工方法。

(2)在岩体极为破碎、地下水发育的地质条件下,采用超前小导管注浆,有效地阻截了渗水通道,同时保证了施工期间安全,避免了后期支护工效降低。

(3)大管棚进洞方案有效地消除了洞室冒顶、塌方及围岩变形,保证了进口边坡的稳定。

(4)地下工程开挖不确定因素众多,加之岩体强度低,开挖后因卸荷作用岩体很快失稳,采用安全监测、超前地质预报等信息化手段指导工程施工,可以避免围岩条件的不确定性,并掌握其变化规律,是实用、有效的方法。

参考文献:

- [1] 杨玉银,段建军.周边密空孔钻爆法在软质围岩隧洞开挖中的应用[J].甘肃水利水电技术,2000,17(2):60~62.
- [2] 周春国,字继权,光恒.构皮滩水电站尾水隧洞特大断面软岩开挖支护[J].贵州水力发电,2006,20(3):34~36.
- [3] 水工隧洞设计规范,SL279-2002[S].

作者简介:

谢亮(1973-),男,重庆合川人,副总工程师兼工程建设处处长,工程师,学士,从事水电工程建设技术与管理工

张岩(1981-),男,辽宁锦州人,助理工程师,硕士,从事水电工程建设技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

的施工作业面,而且能够保证合同工期,对类似工程具有借鉴参考价值。

作者简介:

徐成(1981-),男,四川中江人,副处长,工程师,硕士,从事水电工程项目管理工作;

杨英(1965-),女,陕西西安人,高级工程师,学士,从事水电站厂房设计工

石岩林(1972-),男,四川成都人,副处长,工程师,硕士,从事水电工程建设管理工作。

(责任编辑:李燕辉)