

偏压浅埋大断面导流洞渐变段开挖支护施工技术

郑东

(中国水利水电第三工程局有限公司,陕西西安 710024)

摘要:苏洼龙水电站导流洞进口渐变段处于IV~V类围岩中,开挖断面大,岩石松散破碎,并且左侧紧靠大坝上游侧冲沟,边坡厚度较薄,开挖施工过程中还受上部山体偏压影响,从而影响了渐变段开挖稳定。施工过程中采用分薄层拉中槽两侧预留保护层的开挖方式,开挖中遵循“短进尺、弱爆破、少扰动”的原则。同时在渐变段洞内增加了钢支撑、对穿锚筋桩加固,对洞脸上部设置锁口锚索及管棚等措施,保证了渐变段安全圆满的开挖完成,取得了良好的效果。

关键词:导流洞;施工难点;解决方案;施工方法

中图分类号:[TM622];TV551.1+2;TV52

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2018)06-0104-02

1 工程概况

苏洼龙水电站挡水建筑物为沥青混凝土心墙堆石坝,坝顶高程2480 m,最大坝高112 m,坝顶宽度12 m,坝顶长度469.7 m。正常蓄水位2475 m,死水位2471 m,库容6.38亿 m^3 ,电站额定水头84 m,共设置4台水轮发电机组,总装机容量1200 MW,为一等大(1)型工程。

电站施工导流采用河床一次拦断全年围堰、隧洞导流的方式,枯期由导流隧洞泄流,汛期由导流隧洞、泄洪放空洞联合泄流。导流洞布置于右岸共1条,全长896.53 m,进口底板高程2379.00 m,洞内底板坡度为3.53‰,洞身设计断面为城门洞型,衬砌断面为15×19 m(宽×高),导流洞进水口采用岸塔式设计,塔顶高程2435 m。导流洞0+000~0+030段为进口渐变段,其中0+000.00为渐变段最大开挖断面(27 m×27.2 m),0+030段为渐变段最小开挖断面(21.8 m×25.6 m),开挖宽度从27 m渐变为21.8 m,渐变段开挖支护完成后后期底板及边墙衬砌混凝土厚度3.2 m,顶拱衬砌混凝土厚度3.2~5 m。

2 施工难点分析

导流洞进口渐变段地质情况复杂,岩石松散破碎,自稳能力较差。其岩性主要为石英岩和大理岩,灰白~黄褐色,整体呈弱风化状态,局部风化加剧。同时洞顶轴线左侧发育一组顺片理裂隙,发育较密集,发育间距约3~5 cm,裂隙微张为主,锈然普遍,大理岩与石英片岩呈裂隙接触,

且发育于洞顶对洞顶稳定不利,更加大了开挖施工难度。

导流洞渐变段左侧边坡岩体较薄,并且受偏压力影响,施工过程中随时可能出现坍塌现象。

该导流洞渐变段围岩类型主要为IV类,开挖断面及跨度大、埋深浅,且受左侧边坡偏压力影响,导致开挖施工难度大。

导流洞进口左侧边坡为原始冲沟,冲沟右侧沟壁斜压导流洞左侧边墙,造成导流洞左边墙及左半边顶拱偏压受力,同时该部位岩石较为破碎,洞身开挖安全隐患较大,施工难度大。

3 采取的针对方案和措施

3.1 减小顶拱偏压影响控制方案

(1)在洞顶上部EL.2435平台增设垂直于洞室顶拱的3C32的锚筋桩,同时洞内设置I20b的钢支撑,钢支撑布置排距与锚筋桩布置排距一致,以确保钢支撑与锚筋桩洞内外露部分相连接,形成上拉下撑的受力整体,增强顶拱整体受力稳定性。

(2)在洞脸边坡增设3排锁口锚索,将洞口段浅层裂隙岩体与深层完整岩体进行锚固锁定,形成受力整体,分担洞口段顶拱岩体压力,增强顶拱整体稳定性。

(3)在洞脸顶拱上部增设灌浆管棚,将洞脸上部岩体灌浆封闭,增强洞脸上部边坡岩体整体受力强度,提高洞脸边坡自身稳定性。

3.2 减小边墙偏压影响控制方案

(1)在洞室左侧边坡洞室顶拱以上设置2排

收稿日期:2018-10-17

锚索,将洞室左侧边坡浅层裂隙及破碎岩体与深层完成岩体进行锚固锁定,形成受力整体,分担左侧边坡侧压力,增强洞室左侧边坡整体稳定性。

(2) 对洞身边墙及顶拱周边岩体增加固结灌浆,对浅层及深层岩体进行封闭,增强洞身边墙岩体整体受力强度,提高洞室自身稳定性。

(3) 在洞室拱脚及边墙腰身各设置一排 $3C28, L=9\text{ m}$ 的锚筋束,与深层岩体进行锚固,增强洞室拱脚及边墙腰身抗压能力,确保洞身关键受力点的稳定性。

3.3 开挖施工方案及控制措施

由于导流洞进口段洞室跨径大,弧弦比(弧长与弦长比)接近1,顶拱抗压能力较差,为保证导流洞进口渐变段开挖施工中洞室的稳定性,导流洞开挖采取分四层开挖,上层洞开挖保证顶拱的均匀分散受力稳定是确保整个洞身安全的关键。

可考虑到洞内通风,需完成进口段通风导洞的开挖,通风导洞由内向外进行开挖,导洞采取 $7\text{ m}\times 6.5\text{ m}$ 的城门洞型小断面,导洞布置位置偏向洞轴线右侧岩石较好的部位。导洞贯通后开始上层洞由内向外的开挖,上层洞开挖采取预留中心岩墩两侧分幅扩挖支护跟进的方式进行开挖,上层开挖支护完成后,结合临时监测数据分析,在确定上层洞无明显变形后,再开始中下层开挖。中下层开挖均由洞内向洞外掘进,采取中间拉槽,两侧扩挖支护跟进的方式进行开挖,底板预留 2 m 保护层,采用光面爆破方式进行开挖。

爆破采取“短进尺,弱爆破”的控制开挖爆破方式,针对岩石结构较破碎的部位尽量采取无爆破的方式进行开挖,利用液压反铲结合破碎锤进行开挖。减小爆破振动对洞身稳定性的影响。

3.4 临时监测控制措施

施工过程中为形象直观的反映洞身变化情况,在洞身边顶拱及洞脸部位设置变形监测仪器,通过数据分析反映洞身变形情况,以便及时采取加强支护控制措施。

4 工程主要施工程序及方法

4.1 开挖支护程序

导流洞进口渐变段主要开挖支护程序为:EL. 2435平台洞顶悬挑锚筋桩施工→洞脸锁口锚索施工(含左侧边坡EL. 2414 m及EL. 2419 m洞顶锚索)→上层导洞开挖→导洞喷锚支护→上层

洞扩挖施工→喷锚挂网、型钢拱架支护→中层拉槽→中层扩挖→喷锚挂网、型钢拱架支护→下层保护层开挖支护。

4.2 开挖施工方法

导流洞进口渐变段分四层开挖,从洞内向洞外方式进行开挖支护施工,通过进口施工支洞进行出渣,其中第I层 7.5 m ,第II层 6 m ,第III层开挖高度 5 m ,第IV层开挖高度 5 m 。第V层开挖高度 $2\sim 4\text{ m}$ 。I层采用两侧分块扩挖的施工方法,II~V层采用中间拉槽两边预留 3 m 保护层开挖方法,两侧保护层采用先左后右的顺序进行开挖支护施工。开挖采用钻爆台车配合YT128手风钻人工造孔,装2#岩石乳化炸药,非电毫秒雷管引爆,电雷管起爆,周边孔采用光爆形式,开挖循环进尺按 $1.5\text{ m}\sim 2.0\text{ m}$ 控制。由于渐变段岩石破碎,为了减少爆破对洞身的扰动,局部特别破碎段保护层采用无爆破开挖方法,施工时主要采用挖机直接开挖及破碎锤开挖的方法。

4.3 主要支护施工方法

4.3.1 锚索及锚筋桩施工方法

导流洞进口渐变段上层扩挖前首先按照设计要求完成EL. 2435平台的悬吊锚筋桩施工及洞脸锁口锚索(含左侧边坡EL. 2414及EL. 2419两排横向锚索)施工。

4.3.1.1 锚索施工

洞脸锁口锚索及左侧边坡锚索采用搭设边坡脚手架进行施工,由测量进行孔位放样校核无误后,采用YG-80锚索钻机进行钻孔,为保证孔位精度,造孔前采用搭设样架的方法,并对每个孔位孔斜进行严格控制,钻孔完成后及时进行下索注浆及等强张拉,洞脸部分锚索下索注浆完成后需及时拆除脚手架,为进口边坡开挖提供作业面,锚索张拉后期采用25t吊车配合进行锚索张拉及封锚。

4.3.1.2 锚筋桩施工

由于该部位锚筋桩与锚索存在交叉,因此,在保证锚筋桩钻孔时不破坏洞脸锁口锚索及左侧边坡锚索的前提下,加快锚筋桩施工进度是关系导流洞进口渐变段施工整体进度的关键,该部位锚筋桩钻孔前需对锚索孔位进行详细分析,其次对锚索孔人员在实际造孔时存在的误差进行了解,综合考虑后最终确定锚筋桩的造孔孔位及角度。

(下转第109页)

的被动局面,得到了地方政府的高度认可和行业好评。对于类似的水电复建公路工程建设管理有较大借鉴作用及推广价值。

7 结语

通过实施复建公路工程管理创新,一方面能有效保障其进度满足水电站建设节点目标要求,另一方面能保障移民复建公路建设满足行业管理规定,同时也促进了水电工程与公路工程的管理及技术交流。随着国家对水电移民复建公路工程建设要求越来越高,G215 复建工程管理创新取得的成功经验将极大促进电站复建公路工程建设水

(上接第 105 页)

锚筋桩造孔采用 YXZ90 型钻机成孔,孔径 105 mm,孔位偏差不大于 100 mm,孔斜偏差不大于 2° 。为确保锚筋桩钻孔角度精度,造孔前采用搭设样架的方法,并对每个孔位孔斜进行严格控制,确保锚筋桩造孔不破坏已施工锚索,并能与洞顶相交。

悬吊锚筋桩采用 3C32 钢筋焊接并束,钢筋连接采用套筒连接,锚筋桩安装到位后,首先进行洞内孔底封孔然后罐注 M25 砂浆,灌浆完成后进行锚筋桩顶部承板混凝土浇筑,混凝土浇筑前务必确保锚筋桩顶部外露钢筋头与承板结构钢筋焊接牢固,以保证锚筋桩整体受力。

4.3.2 洞内钢支撑施工

上层扩挖至设计开挖面后立即进行钢支撑的安装,钢支撑安装时务必将钢支撑与悬吊锚筋桩洞内外露部分,进行焊接连接,同时为保证下部钢支撑整体受力,钢支撑之间采用 C25@50 的钢筋进行焊接连接,钢支撑与钢支撑之间增设 C32@20 环向顶拱钢筋,使下部钢支撑体系与上部悬吊锚筋桩吊拉体系形成上拉下撑的整体受力体系。

在进行中下层开挖时,考虑到钢支撑脚会失去支撑面,导致钢支撑体系形成悬吊失去支撑作用,同时随着洞身的下挖,左侧边墙受偏压力逐渐增大。为保证洞身中下层开挖洞身的稳定性,在钢支撑拱脚处及腰线部位各设置一排 3C28, $L=9$ m 间距 1 m 的锚筋束,锚筋束与钢支撑之间采用‘L’反扣焊接连接。

4.3.3 洞口管棚施工

平的进一步提高。

作者简介:

傅自义(1968-),男,湖北监利人,硕士,高级工程师,现就职于华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司,从事苏洼龙水电站工程技术管理工作;

褚云(1976-),男,青海西宁人,学士,高级工程师,现就职于华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司,从事苏洼龙水电站工程技术管理工作;

张祖涛(1987-),男,湖北五峰人,助理工程师,大学本科,现就职于华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司,从事苏洼龙水电站工程技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

当上层洞扩挖至洞口段 0+12 桩号后,由于洞口部位开挖断面逐渐增大,加之岩石结构较差,洞身自身稳定性较差,为保证洞口段洞身开挖质量及安全,在进行洞口段上层扩挖前,需完成洞脸管棚的施工,管棚造孔采用多臂钻进行钻孔,钻孔孔径 $\phi 60$,仰角 15° ,孔距 1 m,钻孔深度 9 m,钢管采用 $\phi 48$, $L=6$ m 的花管,预埋深度 6 m,灌浆浆液采用 0.5:1~1:1 的水泥浆液,注浆完成后在:48 灌浆管中插入 $\phi 32$, $L=9$ m 的钢筋,以保证在注浆完成后达到稳定锚固的目的,增强洞口段顶拱的稳定性。

4 结语

导流洞进口渐变段具有开挖断面大,岩石松散破碎、自稳能力差、遇水软化快等特点,并且左侧岩壁较薄,受上部偏压力较大等因素影响,施工难度较大,业主及监理十分重视该部位的施工并对整个过程进行全程监控。在施工局的精心组织、合理安排下,顺利完成该渐变段的开挖支护施工,施工过程中根据洞内洞外的临时及永久监测情况分析,边坡及导流洞未出现较大变形,而且开挖结构面成型良好,开挖结束后,开挖质量及方法取得业主、设计和监理一致好评,为以后在复杂地质条件下偏压浅埋大断面导流洞渐变段开挖支护施工积累了新的施工经验。

作者简介:

郑东(1989-),男,四川三台人,学士,就职于中国水利水电第三工程局有限公司,现于苏洼龙水电站施工局工程技术部从事管理工作。

(责任编辑:卓政昌)