

# 水利工程施工中高边坡开挖与支护技术的应用

张鹏

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v6i8.4546

**[摘要]** 近些年,水利工程作为我国利国利民的大事,一直被各个领域所重视,然而,伴随着时代历史进程的步伐逐步加快使得水利工程的发展也得到了前所未有的提高。然而,现阶段水利工程施工面临环境复杂,在地质结构应力影响下开展高边坡开挖施工时容易出现边坡滑塌风险,引发安全事故。因此,水利工程为保证施工安全,需要合理应用高边坡开挖技术,有效规范开挖施工,并根据高边坡地质情况采取适宜的支护技术,增强高边坡稳定性,加固高边坡。基于此,以水利工程中的高边坡开挖支护技术为研究对象,首先阐述了应用高边坡开挖支护技术的重要性,之后通过分析高边坡开挖与支护方式的选择,最后针对水利工程施工中高边坡开挖于支护技术应用情况进行了具体阐述,确保提高工程施工安全。

**[关键词]** 水利工程施工; 高边坡开挖; 支护技术; 应用分析

**中图分类号:** TV5 **文献标识码:** A

## Application of High Slope Excavation and Support Technology in Water Conservancy Project Construction

Peng Zhang

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

**[Abstract]** In recent years, as a major event that benefits the country and the people, water conservancy projects have been paid attention to by various fields. However, with the accelerated pace of the historical process of the times, the development of water conservancy projects has also been improved unprecedentedly. However, at the present stage, the water conservancy project construction is faced with a complex environment, and the slope collapse risk is easy to occur when the excavation of high slopes is carried out under the influence of geological structure stress, leading to safety accidents. Therefore, in order to ensure the construction safety of water conservancy projects, it is necessary to reasonably apply the high slope excavation technology, effectively standardize the excavation construction, and adopt appropriate support technology according to the geological conditions of the high slope to enhance the stability of the high slope and reinforce the high slope. Based on this, taking the excavation and support technology of high slope in water conservancy projects as the research object, this paper first expounds the importance of applying the excavation and support technology of high slope, then analyzes the selection of excavation and support methods of high slope, and finally expounds the application of high slope excavation and support technology in water conservancy projects construction to ensure the improvement of engineering construction safety.

**[Key words]** water conservancy project construction; high slope excavation; support technology; application analysis

### 引言

水利工程是土木工程中重要的组成部分,其具有复杂多变的特点,具有较大的施工难度,所以在正式开展施工作业之前一定要制定最为合适的施工计划,同时还要选择最合适的施工技术。在水利工程项目施工过程中,应用最多的技术形式就是高边坡开挖支护技术,对其进行科学合理的运用,可以促进水利工程

施工效果得到进一步的提升。

### 1 水利工程施工项目中应用高边坡开挖支护技术的重要性

现阶段,水利工程规模正在不断扩大,而利用水利工程的优势作用不仅可以对自然界中的地表水以及地下水进行有效的调配,同时还能起到一定的控制作用,从而为人们提供充足的水资

源。另外,对自然界中的地表水和地下水进行调配还能有效控制因为自然灾害而造成的洪涝危害,降低危害的程度和范围,提升水资源的有效利用率。在水利工程施工过程中,高边坡施工工程是常常会遇到的工程项目,例如在防洪工程和水利发电工程中,都需要重视和关注高边坡施工所发挥的重要作用及功能。边坡的结构不仅形式多样化,且还具有复杂的特性,因此要根据因素的种类来划分边坡的类型。在划分边坡类型的时候可以根据时间和地层岩性进行划分,按照时间可以分为两种类型,一种是长久性边坡,另一种是临时性边坡;按照地层岩性主要可以分为两种类型,一种是块状结构边坡,另一种是层状结构边坡。而为了能够提升水利工程在施工过程中具有的安全性,并保证施工质量,需要根据具体的施工情况来做好高边坡开挖工作以及后期的各项工作,以此来保证水利工程的作用能够得到充分的发挥。同时还要根据具体的施工要求以及具体的施工情况进行支护技术的选择,确保选取的高边坡开挖支护技术能够满足工程的实际需求,以此来避免在现场施工过程中出现岩石塌方和滑坡等问题造成的危害,确保生命健康安全。

## 2 高边坡开挖与支护方式的选择

通常水利工程高边坡每20m一级,岩质边坡一般为1:0.25-1:0.75,岩石比较完整无裂隙发育,通常采用系统锚杆+钢筋网片+喷射混凝土方式支护;岩石不完整裂隙发育,需加强支护,提升支护等级,通常需要加强支护如增加锚筋桩或锚索,采用锚索(或锚筋桩)+粗钢筋网+混凝土板的支护方式。土质边坡一般在1:1-1:1.75,为确保边坡稳定,在征地范围内最大限度放缓边坡。通常土质边坡在1:1-1:1.5时,需增加工程措施锚喷支护或框格梁支护,缓坡于1:1.75时为稳定自然坡比,不需增加工程措施。对于高陡峭边坡,因轮式设备无法到达开挖支护作业面,所有开挖、支护材料均需履带式设备进行材料倒运,如遇降雪、降雨天气,边坡开挖支护施工难度大,安全风险高,为确保施工期间开挖支护人员、设备安全,边坡开挖时开挖一级支护一级,待上层边坡支护完成后再进行下一级边坡开挖。对于高陡多级边坡,开挖前应完成开口线外边坡清理与防护,并对清表后的边坡地形、地质情况进行二次复核,根据复核情况编制施工方案,选择支护设备,布置施工便道。对于高陡边坡因空间地形限制无法布置轮式设备时,边坡支护开挖一般采用短坡降支护法、脚手架支护法、履带支护台车法进行边坡开挖。短坡降法指20m高的一级边坡,一次预裂20m深,两次主爆每次10m深,分6-8次完成开挖出渣,按每2-3m作为开挖一个循环,不需要支护平台设备,完成开挖、出渣、清坡、验收等降坡施工;脚手架支护法指20m高的一级边坡,一次预裂20m深,两次主爆每次10m深,分两次出渣,然后搭设20m高脚手架作为施工作业平台,对20m边坡进行整体支护;履带支护台车法指20m高的一级边坡,一次预裂20m深,分两次主爆,每次主爆10m深,利用履带式支护台车分两次对边坡进行喷锚支护。

## 3 水利工程施工中高边坡开挖技术应用

水利工程在进行高边坡施工时,需要充分了解周边环境并

做好准备工作,确保施工安全稳定。(1)安全监测。水利工程高边坡施工过程中,需要有效监测边坡开挖面变形情况,若监测数据比较稳定可以持续施工,若监测数据出现异常需要采取加固措施并重新监测。另外,该水电站高边坡施工过程中需要进行爆破施工,对此,按照爆破衰减规律监测边坡稳定情况,并通过对比分析理论计算衰减情况为后续边坡开发之后工程施工提供指导。(2)清理边坡。水利工程开挖施工过程中,施工人员需要先对边坡表面进行全面清理,清理面积需要超过实际开发面积,主要对施工现场杂物、植被进行清理。通过清理高边坡表面确保开挖施工顺利进行。而在清理过程中需要注意地下管线走向分布,避免施工交叉,破坏地下管线。(3)土质边坡和覆盖层开挖。厚层土方和覆盖层使用反铲直接开挖,并由自卸车将其运输到指定场地,而薄层土使用推土机进行集渣,由装载机和自卸车运输到弃渣场。土方和覆盖层从上到下分层超前土方开挖,分层高度控制标准为3~4m,孤石由小风钻潜孔小炮进行炸裂挖掉。临近设计规格的土质边坡以及底板部位开挖可以使用小型反铲,并预留大约50m采用人工方式进行修正,使其能够符合施工要求。(4)土石方开挖。土方开挖对于高边和开发施工十分重要。在该水电站土方开挖时,由于施工期间当地正处于雨季,需要先在边坡设置节水和排水设施,避免雨水过度影响地质条件,之后按照工程施工现场实际情况选择合适的土方开挖方法,将机械和人工开发方法结合起来,也就是先使用机械开挖,之后由人工负责修坡,可以形成一定坡度,既能够方便工程排水,避免边坡积水存留,也能够避免出现超挖和欠挖现象。完成后需要对土方开挖坡度进行全面检测,按照设计要求明确土方开挖量。水利工程高边坡开挖施工中,石方开挖重要组成部分,其中最为重要的石方开挖部位是坝肩与河床。坝肩石方开挖时,根据开挖位置分为左右两部分,左坝肩土石开挖时,采用露天液压钻和潜孔钻结合岩体结构辅助使用手风钻,分层挖掘,有效避免岩体结构破裂,保障施工安全。右坝肩土石开挖方法类似于左坝肩,但是需要注意使用自卸车在指定路线运输废料、岩渣,将其放置在弃渣场。在此过程中,施工人员需要根据规范施工,并按照开挖范围和岩石坚硬程度决定是否采用预裂爆破施工方式。由于爆破施工方式比较危险,因此施工人员需要控制好施工细节,避免爆破破坏周边围岩,威胁施工人员安全。而在爆破钻孔过程中则需要适当控制钻孔间隔、深度和直径等参数,一般钻孔间距为50cm,深度也不超过50cm。在河床石方开发过程中,需要遵循从上到下开挖原则,也就是先大坝挖出先锋槽之后从其周边开始上下两侧开挖,在达到一定深度和面积后采用阶梯式爆破法开挖。(5)爆破控制。该边坡采用预裂爆破,开挖梯段高度控制在10m内,钻爆孔径在10mm内,根据位置控制单响药量,严格准确控制爆破参数,尽可能减少安全隐患出现。爆破过程中,若爆破区前排距离边坡较远,预裂爆破振动叠加并不会导致边坡安全振动速度超过标准,可以实现提前同时起爆。若是多排爆破,则预裂孔和前排需要尽量使用小段别雷管连接起来,并每隔8段加设一排雷管连接,使炮孔顺序起炮,并实现准确爆破。

## 4 水利工程施工中高边坡支护技术应用

### 4.1 浅层支护施工

在实际的水利工程施工项目中常常遇到的边坡浅层支护施工一般有喷洒混凝土和排水孔等。其中喷洒混凝土在浅层支护施工中的主要作用就是能够使开挖的边坡基础面实现封闭处理,这样可以有效减少外界因素对基面造成风化影响。在水利工程施工过程中,因为边坡施工的周期比较长,为了解决施工中的排水问题,需要在边坡上面预设适量的排水孔。另外为了提升浅层支护的施工效果,还应该注意:一是在岩石边坡施工作业中,要合理应用锚杆支护技术,并利用金属材料和施工材料来处理锚孔,并采用组合以及悬吊的方法来对完成边坡支护。二是当水利工程施工中存在地质质量较差的问题,应该根据实际的地质情况来制定具有针对性的施工方案,可以采用排水孔支护技术等措施来保证整体工程的施工质量,同时还可以在液压钻孔技术的辅助作用下来完成测量工作并确保测量数据的精准性,在完成这一系列的作业之后,一定要及时清理现场,然后安装过滤管。在设计排水孔的过程中,还要结合排水时间来做好降压工作,并充分提升应用浅层支护技术的价值。

### 4.2 深层混凝土钻孔灌注桩支护

在完成对水利工程高边坡的浅层支护后,对深层结构进行混凝土钻孔灌注桩支护施工。在钻孔时,合理设置孔位,结合高边坡的施工条件以及施工要求,确定具体潜孔位置。在钻孔过程中,使用钻机进行施工,在钻进过程中,对钻进设备的垂直度进行控制,避免钻进出现倾斜问题,保证钻孔质量。在完成钻孔施工后,针对孔洞中残留的废渣进行清理。引入泥浆循环清孔技术,根据孔底中沉渣量的多少,确定清孔次数和清孔频率。在完成清孔后,为保证清孔质量,需要由现场施工人员对清孔成果进行检查,保证检查合格后,才能够开展后续灌注工作。在完成施工后,控制混凝土导管的提升速度,根据工程施工现场的实际需求,进行提升速度的调控。

### 4.3 支护施工

水利工程施工中高边坡开挖完成处理后,由技术人员和地质工程师检查边坡,报予监理人员,及时使用随机锚杆支护不稳定块体,系统锚杆采用长度超过5m的轻型潜孔钻造孔。钢筋加工场生产成型的锚杆由载重汽车运输到现场,人工负责搬运、安装,砂浆在在现场使用搅拌机拌合,锚杆注浆机注浆。边坡喷射混凝土使用的是混凝土喷射机湿喷施工工艺,根据部位分2~4层进行喷射,在挂网喷射混凝土部位需要先喷射3~5m后由人工将钢

筋网挂铺上,同时连接锚杆、膨胀螺栓进行固定,之后再喷射2~4次的喷射使其能够达到标准。而在预应力锚索施工之前,可以在施工平台上搭设钢管脚手架,施工过程中使用锚固钻机进行钻孔,加工完的锚索使用多轮拖车运送到现场,人工安装,注浆机负责注浆,采用千斤顶进行分级张拉,并使用锚具锚定,最后使用灌浆机进行封孔。锚墩使用混凝土进行现浇或是采取预制锚墩。

## 5 水利工程施工中高边坡排水施工探讨

为减少地表水对高边坡造成的冲刷破坏及地下水水压力对边坡稳定的影响,边坡常设置有多位一体的排水系统,包括坡顶截水沟、坡脚排水沟及边坡排水孔等。为保障高边坡施工期排水正常及坝顶以上永久边坡的长期正常排水,水利工程施工中高边坡开口线外围设置坡顶截水沟;高程300m以上每级边坡坡脚设排水沟;开挖边坡设表层系统排水孔,孔深4m,间距3m;坝顶324m高程及344m高程分别设一排深层排水孔,孔深15m,间距10m。所有排水形成连通的排水网,同时,由于两岸边坡陡峭,垂直方向截水沟每5m设置一道齿坎消能、每20m设置一消能井消能,防止水流的冲刷破坏。

## 6 结语

综上所述,水利工程施工中高边坡施工时需要重点控制边坡稳定性和安全性,在进行边坡开挖支护施工时保证边坡整体质量。本文通过对水利工程施工中高边坡研究介绍了支护技术和开挖技术,施工单位可以根据工程实际情况和地质条件选择相应的支护开挖技术,保证施工质量,把控好施工各个环节,提高高边坡工程质量,为水利工程持续发展起到推动作用。

### [参考文献]

- [1]陈晓瑞,郝利芬.高边坡支护与开挖技术在水利工程中的应用[J].河南水利与南水北调,2018,47(06):37-38.
- [2]崔飞.水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工要点分析[J].工程技术研究,2019,4(24):84-85.
- [3]李宝亭.缅甸瑞丽江水电站全风化高边坡开挖与支护技术[J].河南水利与南水北调,2013,(12):40-41.
- [4]秦猛.水利工程中高边坡开挖与支护工程的施工技术分析[C]//2016智能城市与信息化建设国际学术交流研讨会论文集II.[出版者不详],2016:299-300.

### 作者简介:

张鹏(1996-),男,汉族,新疆哈密人,本科,助理工程师,研究方向:水利水电工程。