

# 水利水电工程施工中的边坡开挖及防护技术

叶昆

安徽水利开发有限公司

**摘要:** 边坡开挖及防护是水利水电工程中的重点难点,施工作业开展面临的难度较大,而且施工质量难以控制,如果控制不到位,容易出现质量问题,导致工程无法满足应用需求。下面,通过工程实例对边坡开挖及防护技术进行探讨,希望文中内容对相关工作人员能够有所帮助。

**关键词:** 水利水电工程; 工程实例; 边坡开挖; 基坑开挖

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.063

边坡开挖是水利水电工程施工中的一项重要内容,频繁边坡开挖容易出现安全、质量问题,为了确保施工作业顺利开展,提高工程质量,要采取合适的开挖及防护技术。

## 一、工程概况

某工程设计排涝、设计排洪抽排流量分别为 $38.0\text{m}^3/\text{s}$ 和 $42.0\text{m}^3/\text{s}$ ,设计自排流量 $24.4\text{m}^3/\text{s}$ ,设计自流灌溉 $4.3\text{m}^3/\text{s}$ ,单台功率 $750\text{KW}$ ,总装机 $4500\text{KW}$ 。工程等别为III等,工程规模为中型,泵房等主要建筑物为3级建筑物;泵站穿堤涵、出口防洪闸等与枞阳江堤等级一致,为2级建筑物,次要建筑物为4级。

泵站建筑物主要包括排涝引水渠、排涝进水闸(兼拦污闸)、前池、泵房、压力水箱、排涝控制段、排涝出水涵及防洪闸、变电站以及管理房等建筑物组成。本工程开挖深度较大,大部分都在 $5\text{m}$ 及以上,特别是穿堤涵部位,施工时将江堤全部挖开,开挖深度最大可达 $14.9\text{m}$ ,工程具体施工开展的要求如下:

(1) 开挖至坑底设计标高时,需要预留保护层,采取人工方式开展作业,一般来说预留保护层厚度约为 $20\text{cm}$ 。

(2) 在开展断面开挖作业时,如果开挖土质发生了改变,可能会导致边坡失稳,此时要采取措施保护边坡,然后才可以开展作业。

(3) 开挖基坑期间,在坡顶 $2\text{m}$ 内不得堆载,避免引发事故。

(4) 完成基础清理作业后,应当在就离坡顶 $0.3\text{m}$ 处设置截流沟,降雨后,通过对截流沟进行应用,能够及时将基坑内的积水排出,保证基坑稳定、安全。

## 二、水利水电工程开挖作业分析

### (一) 开挖作业

开挖作业采取分层方式,依据每层 $3\sim 5\text{m}$ 标准进行控制,严格依据边坡设计的参数进行,不得出现违规开挖情况,开挖作业要严格上述原则开展的,反复进行,直到距离坑底上 $0.2\text{m}$ 为止。开挖作业要做好以下工作:

(1) 施工人员通过采用挖掘机与自卸车行逐层开展,在进行开挖时需要实时测量,一边挖掘一边检查坑底具体宽度,如果经过检查发现宽度达不到要求,需要及时对其进行修整<sup>[1]</sup>。

(2) 依据本工程的规模,应用采用了4台挖土机、8辆自卸车,在施工作业开展时,一边挖土一边修坡。通过对工程的具体情况来看,每间隔 $3.0\text{m}$ 左右进行一次集中修坡作业<sup>[2]</sup>。对于土方开挖,在施工开展时,需要随时做成一定坡度,方便将水排出,以免在开挖作业时,产生大量积水,而影响施工,降低工程质量。

(3) 分别堆放施工现场的各种废料与土料,通过挖掘机或推土机,对堆料进行平整处理,保证土料堆放边坡稳定,并有良好的排水措施,可利用土料为保持土料的含水率,在堆土区四周设置排水沟向区外排水,土料堆面保持中部向外的泛水坡,并由内向外布置适当的排水盲沟。

(4) 边坡及坑需要留出 $0.20\text{m}\sim 0.30\text{m}$ 的人工清底,从而减少太阳暴晒,以及降雨而扰动土层。

(5) 操作挖土机的人员要严格依据现场技术人员开展挖掘作业,不得发生超挖现象,如果在施工开展时,出现了局部超挖现象,应当及时采用水泥土进行回填作业。

(6) 挖土机操作人员必须听从现场技术人员现场指挥,严禁土方超挖,防止扰动土体,若有超挖则对局部超挖地段采用水泥土回填。

(7) 若到达坑底后,如果通过观察发现基坑土层与勘察获取到的资料不一致,要及时采取措施处理<sup>[3]</sup>。

(8) 施工作业开展时,要指派专人对基坑情况进行监测,如果发现基坑存在滑坡风险,施工人员要技术采取支护方式进行保护,保证边坡稳定,避免发生安全事故。

### (二) 基坑降水

对于基坑降水可以从以下几个方面入手分析:

(1) 施工人员需精准记录基坑降排水信息,对于每天地下水位的改变都要详细、准确记录。如果发现地下水位发生了明显改变情况,相关施工人员要及时采取合理措施进行处理,以免发生事故。

(2) 控制水好并抽水含砂量,如果在施工作业开展期间,发现出水量没有达到相应的规范要求,需要及时处理,不得拖延,以免小问题演变为大问题,造成更严重的危害。

(3) 在施工现场需要配备备用电源,同时,需要安排专人对定期检查,做好保养工作,以免发生系统电力无法供应情况,从而导致基坑发生进水事故,而对施

工作业开展，以及工程质量造成不良影响。

## （三）安全保障措施

### 1. 土方开挖

（1）具体施工作业开展前，需要严格依据设计说明中具体要求对相关部分进行检查，经过检查，确定正常之后，便可以启动。

（2）挖掘机在作业开展时，需要保持水平，保证走机械保持制动状态。同时，在作业区不得存在障碍物、以及无关人员，开展挖掘作业前，需要鸣笛警告<sup>[4]</sup>。

（3）铲斗还在工作面时，不得出现的行走、回转等各项作业，同时，如果施工中的铲斗需要穿越驾驶室，或者的汽车并未停稳，在司机离开驾驶室前，不得开展装车作业。

（4）完成作业后，要将挖掘机停放到安全、平台区域，并且要让铲斗落地。

（5）上下坡道时不得超过本机允许最大坡度，下坡用慢速行驶，严禁在坡道上变速和空挡滑行。

（6）应保持挖掘机各有关部位无油料渗漏现象。

### 2. 临边防护

施工作业开展期间的开挖土方，需要一边挖掘一边运走，不得将土地大量堆放在坑边。边坡上部不得堆放材料、设备、弃土，堆放重物与坡顶之间的安全距离需要超过4.0m，临时材料需要超过2.0m，材料堆高需要控制在1.5m以内。施工中采用的自卸车需要依据事先制定好的线路行走，坡顶汽车不小于3m、起重机不小于4m范围内不得有其他机动车辆通过，以免由于荷载问题，导致坑壁发生坍塌现象，而引起事故。基坑开挖成型后，要在外围设置围，同时，需要在围栏上悬挂标识，利用安全密目网进行全面封闭，从而达到保护作用。

### 3. 监测作业

在建筑物、构筑物受降水影响范围的不同部位应设置固定变形观测点，观测点不宜少于4个，另在降水影响范围以外设置固定基准点；降水之前测量不少于2次，降水开始至达到设计降水深度期间，每天观测1次，达到降水深度后每2~5d观测一次，直至变形影响稳定或降水结束为止。

基坑边坡依据施工图的要求，采取1:3比例进行放坡，在实际施工作业开展时，可能会发生塌陷问题，因此，要安排一名专人进行全天候监测，同时，要观测沉降位移情况，在观测期间，如果发现出现了变形、松动、裂缝等现象，应当立即的下令撤离施工人员，并且要将问题反馈给相应部门，采取措施进行处理，确保施工作业顺利开展，以免造成人员伤亡<sup>[5]</sup>。

## （四）预防措施

### 1. 预防基坑坍塌

（1）开展开挖作业前，需要采取深井进行降水，需要将水位下降到开挖最深度以下，以免在开展开挖作业时，由于出水而发生塌方事故。

（2）施工作业开展前需要准备好施工中采用的各

项材料。在开挖作业前，需要准备充足的优质脚手板、木桩、装土袋等，施护坡作业开展提供支持。同时，为了避免施工作业开展时，发生基础出水问题，在施工现场准备好4台抽水泵，一旦发生基础出水问题，随时投入使用，从而为施工开展提供一个良好的作业环境。

（3）自卸车必须按既定的道路行走，坡顶汽车不小于3m及起重机不小于4m范围内不许其他机动车辆通过，防止动荷载引起坑壁塌方。

### 2. 预防机械伤害

（1）防护装置：对于施工中采用的空压机等机械设备，其在应用期间，外露传动轴、转动轴、齿轮、叶轮、皮带轮、皮带能够与施工人员直接接触，且会对人们身体造成伤害的部位，都需要安装相应的防护罩，实现对其的封闭处理。需要注意的是，安装的防护罩，性能和刚度都必须满足要求，而且完成安装后，需要对其牢固性进行检查，如果发现不牢固，需要对其进行调整，直到其牢固性能够达到要求为止。而对于安装的可移动式防护罩，施工人员需要采用锁卡将其锁紧，以免出现松动情况；禁止人站人、坐在防护罩上进行操作。

（2）施工人员在具体操作期间，各项操作都必须严格依据施工工艺开展，对于手持工具，要严格依据规范操作，在操作期间操作人员必须小心进行，不得出现疏忽大意情况，以免引发安全事故。

（3）采用挖掘机开展挖土作业时，需要控制好施工现场，在挖掘机半径范围内不得有人作业，也不得有人走动，严禁人员进入到这一范围内，同时，在工作开展时，要指派专人对工作开展进行指挥。

（4）施工现场的所有作业人员都要佩戴防护用品。

### 3. 预防起重伤害

（1）依据工程施工情况，作业条件编制相应的施工方案。

（2）根据施工现场的具体作业条件，选择符合实际情况的吊装结构和设备类型，并且，要采取具有针对性的安全措施进行保护，以免发生起重伤害，造成人员伤亡。

（3）对于施工现场采用的吊钩，必须要具有合格证，而且要设置保险装置，避免施工开展期间发生吊钩意外脱现象。

（4）钢丝绳应需要具有合格证，投入施工前，要对其情况进行检查，确保无磨损，无断丝情况。

### 4. 触电预防措施

（1）施工现场至少配备一名专业电工，并经相关部门培训合格，持证上岗。现场所有用电设施、线路必须由电工安装检修及安装，其他任何人不得进行电力作业；

（2）施工现场临时用电必须采取“TN-S接零保护系统”，并符合“三级配电、二级保护”；

（3）机械设备必须做到“一机一闸一漏一箱”，在TN系统中，用电设备不允许一部分保护接零，一部分

保护接地；严禁将单独敷设的工作零线再做重复接地；

(4) 低压电气工具、用具应定期检验，使用前应进行检查，有条件的场所应加装触电保安器；

(5) 配电箱（开关箱）有门、有锁、有防雨措施，应装设端正、牢固，并与地面保持一定的安全距离；所有配电箱（开关箱）应每天检查一次，检修人员必须是专业电工，检修时必须按规定穿戴绝缘鞋、手套，使用电工绝缘工具；并将其前一级相应的电源隔离开关分闸断电，悬挂“禁止合闸、有人工作”停电警示牌，严禁带电作业；配电箱（开关箱）进、出线口必须设置在箱体的下底面。移动式配电箱的进、出线必须采用橡胶套绝缘电缆；配电装置的金属箱体、框架及靠近带电部分的金属围栏和金属门必须做保护接零。

### 三、水利水电工程边坡防护技术

#### （一）浅层支护施工

浅层支护是水利水电工程边坡的一项重要方式，该项支护方式的主要采取的混凝土喷射和钻孔作业开展施工，而混凝土喷射是常用的一种边坡支护施工技术，通过对混凝土喷射技术的应用，能够有效降低边坡遭受自然环境的侵蚀。同时，也可以降低水利水电工程建设对生态环境的破坏。具体施工作业开展时，要结合工程具体情况，采取全液压钻机，科学安排锚杆束与排架，然后落实注浆作业，高效完成相应的支护作业。

#### （二）深层支护施工

深层支护作开展与浅层支护相比，前者施工难度大，施工开展时，要想保证支护作业顺利进行，作为施工人员要全面分析工程具体情况，掌握边坡支护需求与具体特点，从而制定一个合理施工流程，以及支护方案，为后续的施工作业有序、顺利开展提供支持，保证支护牢固、稳定。开展深层支护时，要利用小型锚固机开展锚索钻孔作业。需要注意的是，开钻孔作业时，要采用导向仪对锚索钻孔的倾斜度进行检查，如果发现倾斜度超允许范围，要技术的纠正，钻孔结束后，要开展灌浆作业。在本项目工程中，涉及了锚杆技术与锚索支护技术，具体内容如下：

##### 1. 锚杆支护技术

锚杆支护是边坡支护中的一项重要技术，通过合理方式对该项技术进行合理应用，能够使边坡支护的安全性、稳定性、整体性都能够得到进一步提高，以免出安全、质量问题。需要注意的是，采用锚杆施工技术时，采用的锚杆材质会对整体施工质量效果造成影响，因此，施工人员要做好施工材料管理，保证最终的锚杆支护效果能够达到预期<sup>[6]</sup>。此外，开展支护作业时，岩层倾斜角度、走向，以及钻孔位置等各项内容都会对整体支护效果造成一定影响，可见，安装锚杆支护时，需要分析岩层倾角、走向各项内容，对钻孔的具体位置进行明确，以此为依据，开展钻孔施工作业，并且要依据掌握地质数据内容，调整钻头，确保钻孔深度合理，钻孔结束后，要对孔内进行清理，保证孔内不会存在任何杂质，提高防护效果。

##### 2. 锚索的施工技术

在具体施工作业开展时，为了使支护施工质量能够得到进一步提高，作为施工单位要做好如下控制：

(1) 合理应用预应力技术，进而为后续施工作业的顺利开展提供支持。

(2) 在施工作业开展时，施工人员需要对施工中采用的锚索进行检查，一旦发现问题，要及时排除，以免对后续施工开展造成不良影响，出现质量隐患<sup>[7]</sup>。

(3) 完成锚索造孔作业后，需要组织施工人员对及时清孔，清孔必须彻底，保证孔内不会存在杂质与灰尘，尽量减少外界因素带来的影响，提高施工效果。

(4) 具体施工作业开展时，有可能会发生岩石开裂、边坡滑动等各项问题，这些问题的出现会工程施工开展造成不良影响，针对这一现象，需要在施工区域安装辅助钢筋网，实现对钢筋网结构的保护，提高边坡整体稳定性，以免发生塌陷问题<sup>[8]</sup>。施工期间需要间的锚杆头焊在上面，与边坡中锚杆连接成为一个整体，使边坡结构整体稳定性能够得到进一步加强。需要注意的是，在进行焊接作业时，焊接人员需要结合具体情况开展焊接作业，以免焊接期间出现质量问题。

#### 四、结语

边坡开挖与防护是水利水电工程中一个重要环节，其施工质量会对工程整体质量造成直接影响。因此，施工期间施工单位要对地质情况进行勘察，掌握工程信息，结合工程情况，做好开挖与防护作业，确保边坡开挖与防护作业能够保持一致，进而提高工程边坡稳定性。

#### 参考文献

- [1] 李翔. 边坡开挖支护施工技术在水利水电工程中的应用研究[J]. 珠江水运, 2021(21): 43-44.
- [2] 汪小明. 水利水电工程边坡地质状况及支护施工技术[J]. 水电站机电技术, 2020, 43(11): 121-122.
- [3] 许伟, 金一凡. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术应用价值[J]. 低碳世界, 2020, 10(10): 46-47.
- [4] 田邦成. 浅析在水利水电工程施工中边坡开挖支护技术及其有效的应用[J]. 建材与装饰, 2019(27): 293-294.
- [5] 梁小波. 浅谈水利水电施工工程中边坡开挖支护案例技术[J]. 内蒙古水利, 2018(11): 17-18.
- [6] 王一凡. 边坡开挖与支护技术在水利水电工程施工中的应用探讨[J]. 科技创新与应用, 2017(35): 154+156.
- [7] 侯明明, 张小艳. 边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的运用分析[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2021(07): 186-187.
- [8] 田邦成. 浅析在水利水电工程施工中边坡开挖支护技术及其有效的应用[J]. 建材与装饰, 2019(27): 293-294.