

# 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用分析

程 义

(博罗县第二建设集团有限公司, 广东 惠州 516199)

**摘 要** 相较于其他工程项目, 水利水电工程具有更高的复杂性, 施工过程中所涉及的技术也更广泛, 尤其是边坡开挖过程中更需要加强重视, 边坡稳定性会影响到整体的工程质量, 因此边坡开挖过程中必须要掌握具体的开挖技术要点, 同时采取有效的支护技术以保障开挖效果并提高整体稳定性, 促进工程项目施工质量及安全水平提升。本文主要分析了在水利水电项目中影响边坡稳定的因素, 并提出了具体的边坡开挖及支护技术, 以期为促进工程施工效益提升提供借鉴。

**关键词** 水利水电工程; 边坡开挖支护技术; 变形失稳; 地质环境; 技术交底

中图分类号: TV5

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0049-03

在水利水电工程施工中, 由于工程项目所处环境较为复杂, 因此在进行边坡施工时总会遇到一些不可避免的困难, 如果边坡开挖过程中未能采取有效的支护措施, 势必会导致边坡失去稳定性, 最终对整体的工程施工质量产生严重的不良影响, 同时也会危及施工人员的生命安全。因此, 对于施工单位来说, 必须要明确边坡稳定性的影响因素并积极采取科学的边坡开挖及支护技术措施, 从而确保最大限度地提升边坡开挖的稳定性并避免安全事故, 保障整体工程施工工作顺利开展。

## 1 水利水电施工中边坡稳定的影响因素

### 1.1 变形失稳

由于长期自然与人为活动影响会导致边坡变形失稳, 尤其在大型水利水电工程中更为常见, 容易出现土体变形、裂缝发展甚至发生滑坡情况<sup>[1]</sup>。长期自然侵蚀、地下水动态、重复人工挖掘和填充作业、季节性温度变化等都会导致土体或岩石物理特性改变, 且随着变化不断累积, 最终导致边坡整体或局部稳定性下降。另外, 在施工过程中应用重型机械、振动设备等还会加速变形过程。

### 1.2 地质环境影响

水利水电工程通常位于地形地质复杂的区域, 如山区、河谷或断裂带等, 这些地区的岩土体存在不均匀性, 如岩石类型多样、土壤层不连续性、地下水流复杂等, 由此对边坡稳定性产生挑战, 尤其是高陡边坡、深切谷地形条件下对边坡稳定的影响更加明显<sup>[2]</sup>。地质条件不仅影响边坡的初始稳定性, 还影响施工过

程中的支护加固措施, 例如含水量高的土壤或软岩在重负荷下易于发生滑动或塌陷而影响到边坡稳定并对整体工程施工造成严重危害。

## 2 水利水电施工中边坡开挖技术

### 2.1 技术交底

技术交底有助于确保所有工程参与者对施工项目技术细节深入了解并达成施工共识。技术交底包括对工程设计图纸与施工方案详细解读, 以确保每位施工人员都能清楚地理解施工目标及施工方法<sup>[3]</sup>。在此过程中, 技术人员要对施工中的关键技术细节、安全标准及质量控制要求等详细讨论并达成一致结论。技术交底还包括材料、设备选择与使用等, 以确保施工团队能够正确、高效地使用施工资源。在现场作业条件下要掌握如何安全操作设备、如何应对突发情况及如何维护保养施工设备等内容, 以确保实现安全技术交底, 从而为后续施工奠定坚实的基础。此外, 为确保施工过程中遇到的技术问题能得到及时解决, 技术交底还应当包括如何有效地沟通协调各个部门工作、如何及时向技术部门反馈问题与建议等, 以确保施工人员在遇到技术难题或设计更改时能够快速获得响应。

### 2.2 测量放线

测量放线能够为工程施工提供对照标准。在实施测量放线时, 首先是对具体施工区域进行详细的地形测绘, 测量土地高低起伏并记录重要地貌特征, 以确保准确划分施工区域<sup>[4]</sup>。然后, 工作人员根据设计图纸在实地进行轮廓线放样, 明确边坡界线、预定开挖区域边界及任何必须避开的敏感区域。等到基坑支护

结构安装完后,工作人员应当针对支撑强度及整体稳定性进行检查并且记录,将相关数据传输到数据库当中,为后续施工工作开展提供数据支持。此外,当形成开挖截面后,工作人员还需要结合施工项目特点对开挖情况进行检测,以确保施工作业符合质量要求。如果出现不符合施工标准的地方,应当及时进行纠正,确保无误后方可开展下一步施工内容。

### 2.3 洞室和竖井开挖

在洞室和竖井开挖作业中,施工人员必须严格遵守精确的操作程序并按照技术流程开展作业,以确保施工安全。通常情况下采用钻爆方法进行开挖工作,可根据工程具体需求及地质条件设计开挖方案,同时要对钻孔位置、角度和深度进行精确计算,以确保规划准确,随后按照预定方案进行钻孔和装药<sup>[5]</sup>。在爆破过程中要严格控制爆破强度及范围,以防止出现不必要的超挖或缺挖情况,同时还要保障周围结构及施工人员安全。在爆破过程中还应当注意对开挖区域进行实时监控,以确保爆破后土石体稳定并在必要时采取加固措施。在整个工程完成之后,洞室和竖井还需要进行必要的维护保养,以保持结构稳定,从而提高后续使用时的安全性。

### 2.4 挖槽施工

挖槽施工技术实施需考虑地理环境、地质状况以及气候条件等因素,在施工前由专业监测人员对影响工程施工的各项外部因素进行评估,以确保对施工环境有全面、准确的了解,然后据此制定挖槽施工方案,以适应工程特定需求<sup>[6]</sup>。挖槽施工通常包括拉槽分层爆破和邻近建筑面保护层开挖两种技术。拉槽分层爆破适用于稳定性较强的边坡,通过分层次爆破逐步完成开挖任务,要求施工人员在施工过程中密切监控边坡实际情况,精确选择爆破点与顺序,以确保施工安全及效果。对于靠近建筑物或敏感区域开挖则采用保护层开挖技术,以减少对周边环境的影响。

### 2.5 土方开挖

在土方开挖技术施工前要先进行精确测量与放样,以确保开挖范围内边线准确划分,从而为后续施工提供明确的指导。施工过程中,岸坡开挖应遵循从上至下逐层剥离方法,以提高施工效率并避免重复作业导致工期延误。同时要注意对岸坡削减厚度进行控制,以确保施工的精确度及安全性。对于“之”字形道路等复杂地形开挖需要应用专业挖掘设备,以提高工作效率并保证施工过程安全、准确<sup>[7]</sup>。需要注意的是,还要加强岸坡堆积物清理,确保施工区域干净整洁,以免影响施工效果。在陡峭或难以机械开挖部位可通

过人工辅助开挖来处理,对遇到的孤石可以使用破碎锤或手风钻进行局部处理,以确保现场施工规范有序,从而确保土方开挖工作安全、高效地开展。

### 2.6 石方开挖

石方开挖工作开展首先要在施工前清理场地,为后续作业提供清洁、安全的工作环境。然后进行严格的地质调查,以确定开挖区域的地质特性,为后续开挖方案提供指导。在实际开挖过程中要遵循从上到下的开挖原则,确保作业系统性并预防不稳定地质条件所引发的安全问题。石方开挖经常用到钻爆法,能够将钻孔与爆破技术结合以实现按层次逐步高效开挖,从而大幅提高作业效率。对于不同类型的地形和岩层特征需针对开挖方案做出相应调整,如果采用阶梯爆破法则应当严格控制开挖高度,确保高度在6cm~10cm。如果是薄层的顺向坡,则应当确保其岩层角度比开挖角度小,开挖过程中应当在最小角度情况下开展施工工作。在石方爆破开始前还要对爆破环节进行精确计算,施工人员应当充分考虑工程间距及具体的施工情况,如果边坡与岩体之间的距离大于12m,则可以应用薄层爆破。但需要注意的是,该种爆破技术对于施工要求非常高,尤其是对爆破的空间、时间及环境都作出了严格规定。为了更好地满足爆破需求,施工单位可以在钻孔过程中应用液压钻以确保钻孔效果并提高整体的施工质量。

## 3 水利水电施工中边坡开挖支护技术

### 3.1 支护前准备

支护前准备是确保施工过程顺利进行的关键。施工单位首先要深入分析地质条件、地形特征及岩石性质,并基于此制定施工方案。然后根据施工方案编写施工作业指导书,详细列出所有必要的操作步骤,包括安全措施及应急响应程序等。施工人员要对指导书内容进行精细分析并深入理解,以确保施工作业严格按照计划实施<sup>[8]</sup>。最后要对施工现场的每个环节进行全面检查与确认,确保设备与材料准备充分且要确保施工环境安全稳定,一旦发现安全隐患或异常情况应立即采取紧急处理措施,以避免发生事故,并保障施工人员的安全。

### 3.2 锚杆支护

边坡锚杆支护在确保边坡稳定性及工程施工安全方面发挥着重要作用,通过将锚杆深入边坡或地基岩石层内并与之固定结合,能够有效调节水压与土压,从而增强边坡稳定性。与其他施工方法相比,锚杆支护技术具有不占用过多施工空间、高安全性、良好适应性等显著优势,是水利水电工程施工中不可或缺的一部分。在应用锚杆支护时,施工人员必须严格控制

原材料特性及质量, 确保钻孔作业精准高效实施。在具体的锚杆支护施工中, 施工人员还应当充分应用手风钻等专业技术设备, 以确保钻孔质量, 提高施工效率。搭设脚手架时应当应用专门搭设设备且将层高度控制在 2.2m 左右。在进行钻孔施工时不能盲目进行, 而是应当结合工程倾角及岩质结构对锚杆孔的角度进行调整优化, 同时要注意岩质结构应当比钻头直径小, 且要将二者差距控制在钻头直径之内<sup>[9]</sup>。在钻孔过程中可通过高压风确保内部杂质都清理干净, 然后选择螺纹钢作为锚杆, 水泥为硅酸盐水泥, 同时还要选择颗粒较小的砂石, 并将直径控制在 2.5mm 之内。在进行水泥砂浆配制时应当确保强度大于 M20 后方可进行注浆施工并安装锚杆。还需要注意在锚杆安装后到砂浆凝固之前不可以碰撞锚杆, 也不能够悬挂重物, 以免对锚杆稳定性产生不良影响。

### 3.3 喷混凝土支护

边坡喷混凝土支护能够强化边坡结构完整性并抵御自然侵蚀, 通过在边坡表面喷射混凝土层形成一种坚固保护层, 能够有效隔离并减轻外界环境因素的影响, 从而提升边坡稳定性及持久性。实施喷混凝土支护技术前, 施工人员要先做好细致准备, 彻底清理边坡表面的杂物, 对于光滑的岩石表面及平台需采用高压水进行清洗, 对于潮解岩层使用高压风进行深入清理。如果边坡喷混凝土需要附加挂网增强措施, 应沿着开挖面铺设钢筋网, 然后通过锚杆头点焊及膨胀螺栓等方法固定, 以确保网格间接头牢固, 同时保持至少 20mm 厚的控制钢筋网保护层。喷混凝土实施应分层、分段、分片进行且要严格控制喷射顺序及厚度, 通常从下至上进行且要优先处理不平整部位。每一层混凝土的喷射都应在前一层完全终凝之后进行, 若终凝后的喷射间隔超过一小时则需进行高压水冲洗, 以保证粘结力。对于基岩表面出现的渗漏现象可采用特定技术处理, 如对于渗漏量较小的情况可通过远距离喷射干拌混凝土封堵, 随后进行密封喷射, 以彻底止水, 进而提高防渗效果。

### 3.4 钢筋网片支护

钢筋网片支护技术主要依赖于将钢筋网片铺设在边坡表面, 再通过锚杆和锚索等手段固定边坡, 从而有效地提升边坡施工的整体稳定性。尤其在一些地形较为复杂、地质条件不太理想或施工条件受限的区域应用钢筋网片法优势显著。在边坡支护施工中利用钢筋网片为边坡提供额外的支撑结构, 当遭遇自然侵蚀或外部力量冲击时, 能够有效地固定边坡土体, 从而大大减少滑坡或塌方风险, 为施工人员创造安全的工

作环境。需要注意的是, 为了确保该种支护技术的合理应用, 应充分考虑边坡实际高度、土质条件、工程需求等因素, 以确定最适合的网片规格。同时还要将网孔大小控制在合理范围内, 确保具有足够强度。在整个施工过程中, 施工人员要密切监控钢筋网片布置与固定, 确保与边坡结合的稳固性, 从而充分发挥其稳定支撑作用, 为工程建设提供坚实的保障。

### 3.5 排水孔

在水利水电工程中, 边坡排水的时间比较长, 由此容易导致周围山体基于长时间水压冲击而导致边坡稳定性受到影响, 对此, 在边坡支护过程中可以设置排水孔以保障边坡稳定性提升。施工单位可以在混凝土结构较多的位置应用排水孔并将其设置为永久性应用, 从而最大限度地减少水体水压所造成的冲击力。此外, 还要对排水孔可能出现的塌孔问题充分考虑, 可通过在配水库中间位置插入 PVC 盲管来避免塌孔, 从而充分发挥排水孔作用。

## 4 结语

综上所述, 在水利水电项目施工中, 边坡开挖是其中非常重要的组成部分, 边坡稳定性与整体的工程施工质量有着密切联系, 因此, 施工单位必须要认识到这一点, 在未来发展过程中提高对边坡开挖支护施工的重视程度, 积极分析影响边坡稳定的因素, 探索更加科学先进的边坡开挖及支护施工技术, 确保开挖工作顺利实施, 从而在保障开挖效果的同时最大限度地提升边坡稳定性, 促进整体工程施工质量及效益提升。

## 参考文献:

- [1] 杨其海, 杨俊. 句容抽水蓄能电站上水库库盆边坡开挖施工技术分析 [J]. 技术与市场, 2023, 30(09): 94-99.
- [2] 张璐. 水利工程施工中高边坡开挖爆破与支护技术的应用 [J]. 石材, 2023(08): 28-29.
- [3] 柴伟福. 水利工程中的管道基础高边坡开挖技术探究 [J]. 四川建材, 2023, 49(04): 81-82.
- [4] 李磊. 浅析水利水电工程中的边坡加固处理技术 [J]. 四川建材, 2023, 49(01): 99-101.
- [5] 姚红霞. 水利工程施工中高边坡开挖与支护技术的应用 [J]. 建材发展导向, 2022, 20(20): 160-162.
- [6] 李颂章. 涪天河水库扩建工程坝区两岸高边坡开挖与支护技术 [J]. 珠江水运, 2022(13): 43-45.
- [7] 彭慧敏, 范敏. 水利工程项目中边坡开挖支护施工技术分析 [J]. 江西建材, 2022(06): 266-267, 270.
- [8] 陈保翠. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的有效应用 [J]. 长江技术经济, 2022, 06(01): 85-89.
- [9] 罗俊辉. 水利工程施工中边坡开挖支护技术要点与运用 [J]. 中国住宅设施, 2021(11): 47-48.