

水利水电工程边坡开挖支护施工要点

田 方

宁夏水务集团吴忠水务有限公司 宁夏 吴忠 751100

摘 要：本文聚焦水利水电工程边坡开挖支护施工，阐述施工前期准备要点，涵盖地形勘察、方案编制与现场清理。分析开挖施工核心要点，包括开挖坡度、顺序分层及排水防冲刷。探讨支护施工核心要点，涉及材料质量控制、常用支护方式施工及施工衔接。还论述施工过程中的质量与安全控制要点，以及应急处置要点。通过全面系统的研究，为边坡开挖支护施工提供科学指导，保障施工安全与质量。

关键词：水利水电工程；边坡开挖；边坡支护；施工要点；施工质量

引言：水利水电工程中，边坡开挖支护施工是保障工程安全与稳定的关键环节。其施工过程复杂，涉及地质条件多变、施工工艺多样等因素，任何一个环节出现问题都可能引发严重的安全事故，影响工程进度与质量。从施工前期准备，如地形勘察、方案编制、现场清理，到开挖施工的核心要点，包括开挖坡度、顺序、分层以及排水防冲刷，再到支护施工的材料控制、方式选择与施工衔接，最后到施工过程中的质量、安全控制与应急处置，每个阶段都紧密相连、缺一不可。深入探讨这些要点，对于提高边坡开挖支护施工水平，确保工程安全可靠运行具有重要的现实意义。

1 边坡开挖施工前期准备要点

边坡开挖施工前的准备工作是保障后续施工顺利推进、有效规避施工隐患的基石，必须围绕地形勘察、方案编制、现场清理三个核心环节严谨开展，确保准备工作全面、细致且精准到位。（1）施工前，要运用专业勘察手段对边坡施工区域展开详尽的地形、地质勘察。通过地质钻探、物探等方式，精确查明开挖区域土体、岩体的物理力学性质、分层结构情况以及地下水的分布特征，如地下水位、水流方向等。依据勘察数据，科学判断边坡开挖过程中可能出现的变形、坍塌等风险类型及程度，为合理确定开挖坡度、科学选择开挖工艺以及精心设计支护方案提供坚实可靠的基础依据。（2）结合勘察结果，编制具有高度针对性和可操作性的边坡开挖施工方案。明确开挖范围、开挖坡度、开挖顺序、分层厚度等关键参数，同时根据工程实际施工条件，合理选型与布置施工机械设备。方案要着重考虑开挖过程中的边坡稳定性控制，避免盲目开挖导致安全事故。（3）需对施工场地进行全面清理，清除勘察过程中发现的杂物、浮土，仔细排查施工区域周边的障碍物，如电线杆、树木等，防止其对后续开挖施工造成干扰。同时，完成施

工场地的平整工作，科学布置排水系统，提前修建临时排水设施，确保施工区域的地表水和地下水能够及时排出，避免水体浸泡边坡土体，导致土体软化、强度降低，从而消除边坡坍塌隐患^[1]。

2 边坡开挖施工核心要点

2.1 开挖坡度控制要点

开挖坡度是影响边坡稳定性的关键因素，需根据开挖区域地质条件、边坡高度及土体、岩体强度合理确定，避免坡度过陡导致边坡失稳，或坡度过缓造成施工成本增加、工期延误。（1）对于土体边坡，需结合土体的黏聚力、内摩擦角等参数，确定合理的开挖坡度，一般情况下，土质边坡开挖坡度不宜大于1:1.5；对于岩体边坡，需根据岩体的完整性、风化程度确定坡度，风化严重、岩体破碎的区域，坡度需适当放缓，岩体完整、强度较高的区域，可适当加大坡度，但需控制在安全范围内。（2）开挖过程中需实时监测坡度，采用坡度尺、全站仪等设备进行精准测量，及时调整开挖坡度，确保开挖坡度符合施工方案要求。同时，需避免在边坡顶部堆放开挖弃土、施工材料等荷载，防止荷载过大增加边坡压力，引发边坡变形^[2]。

2.2 开挖顺序与分层开挖要点

边坡开挖作业必须严格遵循“自上而下、分层开挖、分段成型、及时支护”的基本原则，坚决杜绝自下而上的违规开挖方式。若采用自下而上开挖，下部土体、岩体开挖后，上部土体、岩体将失去有效支撑，极易引发坍塌事故，造成严重后果。（1）在开挖顺序方面，应从边坡顶部开始，逐步向底部推进。分层开挖的厚度需综合考量地质条件与施工机械设备的性能。通常情况下，分层厚度不宜超过3m。当处于地质条件不佳、边坡高度较高的区域时，要适当减小分层厚度，以此保证每层开挖结束后，边坡能维持稳定状态。（2）进行分

段开挖时,要科学合理地划分开挖段落。每完成一段开挖,需立即对边坡进行修整,并实施临时支护措施,之后再开展下一段的开挖施工,防止开挖坡面长时间暴露在外。同时,在开挖过程中,要及时清理坡面的浮土与松动岩体,精心修整坡面平整度,确保坡面坡度均匀、表面平整,为后续的支护施工创造良好条件。

2.3 开挖过程中排水与防冲刷要点

水利水电工程中,边坡开挖区域往往临近水体或地下水极为丰富。若排水工作不到位,极易致使边坡土体出现软化现象,岩体强度大幅降低,进而引发边坡坍塌等严重安全事故,所以开挖过程中必须着重强化排水措施,切实做好防冲刷工作。(1)在地表水控制方面,要在边坡顶部外侧精心设置截水沟,以此有效拦截周边地表水,避免其直接冲刷坡面,对边坡造成破坏。同时,在开挖坡面合理布置排水沟,确保能及时排出坡面汇水,防止水体在坡面长时间滞留,侵蚀坡面土体。(2)在地下水控制方面,针对地下水丰富的区域,可采用井点降水、集水坑排水等科学有效的方式,降低地下水位,最大程度减少地下水对边坡土体和岩体的浸泡。此外,开挖过程中要格外注意避免雨水直接冲刷开挖坡面。一旦遇到雨天,应立即暂停开挖施工,雨后则需对坡面进行全面细致的检查,及时清除松动土体和岩体,待确认边坡稳定无误后,方可恢复施工。

3 边坡支护施工核心要点

3.1 支护材料质量控制要点

在边坡支护施工中,支护材料质量是决定支护结构强度与稳定性的关键因素,必须严格把控其进场质量,严禁不合格材料投入使用。(1)常用支护材料多样,如锚杆、锚索、钢筋、混凝土、喷射混凝土、土工格栅等。材料进场时,要细致检查规格、型号及性能指标,确保与施工方案要求相符。(2)对于锚杆、锚索、钢筋等钢材,重点检测抗拉强度、屈服强度等关键性能指标,同时查看表面状况,不得存在锈蚀、裂纹、弯曲等缺陷,保证钢材的力学性能和外观质量达标。对于混凝土和喷射混凝土,需精准控制原材料配合比,严格按设计要求确保混凝土强度,搅拌过程中要充分均匀,防止出现离析现象,影响混凝土质量。对于土工格栅等土工材料,要检测其抗拉强度、延伸率等指标,保证材料具备优良的抗老化、抗腐蚀性能,以适应边坡支护的长期使用需求^[1]。

3.2 常用支护方式施工要点

水利水电工程边坡支护方式多样,需根据边坡地质条件和稳定性要求合理选择,常用支护方式包括喷射混

凝土支护、锚杆支护、锚索支护及联合支护等,不同支护方式的施工要点各有侧重。(1)喷射混凝土支护施工中,需先对开挖坡面进行清理,确保坡面平整、无浮土、松动岩体,喷射前需对坡面进行湿润处理(干喷除外),喷射过程中需控制喷射压力和喷射厚度,喷射压力一般控制在0.3-0.5MPa,喷射厚度需符合设计要求,避免出现漏喷、空鼓、开裂等缺陷,喷射完成后需及时进行养护,养护时间不少于7天。(2)锚杆支护施工中,需根据设计要求确定锚杆的长度、直径、间距,采用专用设备钻孔,钻孔过程中需控制钻孔角度和深度,确保钻孔质量符合要求;钻孔完成后,及时清理孔内杂物、浮尘,将锚杆插入孔内,采用水泥砂浆或树脂锚固剂进行锚固,锚固剂需填充饱满,确保锚杆与孔壁紧密结合,锚杆安装完成后需进行拉拔试验,检验锚杆锚固力是否符合设计要求。(3)锚索支护施工与锚杆支护类似,但锚索长度更长、承载力更高,施工中需严格控制钻孔精度,确保锚索安装位置准确;锚索插入孔内后,需进行注浆锚固,注浆过程中需控制注浆压力和注浆量,确保注浆饱满,锚索张拉需分阶段进行,张拉力度需逐步增加,避免张拉过快导致锚索断裂,张拉完成后需及时进行锁定。

3.3 支护施工衔接要点

在边坡支护施工中,支护施工与开挖施工的紧密衔接至关重要,必须严格遵循“随挖随支”的原则。这样做能够有效避免开挖坡面长时间暴露在空气中,从而显著降低边坡因长时间受力不均、雨水侵蚀等因素导致的变形风险,保障边坡的稳定性。(1)具体而言,在分层开挖作业完成后,要第一时间对坡面进行细致修整,将浮土、松动岩体等彻底清理干净,为后续支护施工创造良好条件。随后,应尽快开展分层支护施工,待支护结构施工完成且强度达到设计要求后,方可进行下一层的开挖作业,形成有序的施工循环。(2)对于采用联合支护方式的情况,要科学合理地安排各支护工序的施工顺序。以“锚杆+喷射混凝土”联合支护为例,应先完成锚杆施工,再开展喷射混凝土作业,确保锚杆与喷射混凝土结构紧密结合,形成一个有机的整体,共同发挥支护作用。同时,在支护施工过程中,要认真做好各工序的衔接检查工作,只有上一道支护工序验收合格,才能开展下一道工序,防止因工序衔接不当引发支护结构失效问题。

4 边坡开挖支护施工质量与安全控制要点

4.1 施工质量控制要点

施工质量控制是确保边坡开挖支护施工效果的核

心,需贯穿施工全过程,重点控制开挖质量、支护材料质量、支护施工质量三个核心环节。(1)开挖质量控制方面,需实时监测开挖坡度、分层厚度、坡面平整度,及时纠正施工偏差,确保开挖质量符合施工方案要求;

(2)支护材料质量控制方面,严格执行材料进场检验制度,不合格材料严禁进场使用,同时加强材料储存管理,避免材料受潮、锈蚀、变质。(3)支护施工质量控制方面,需加强各工序的质量检查,钻孔施工检查钻孔角度、深度、孔径,锚固施工检查锚固剂填充情况、锚杆(锚索)安装精度,喷射混凝土施工检查喷射厚度、表面质量,及时发现并整改施工缺陷。同时,需做好施工记录,详细记录开挖参数、支护材料用量、施工工序及质量检查结果,确保施工质量可追溯^[4]。

4.2 施工安全控制要点

边坡开挖支护施工属于高空作业、危险作业,施工安全风险较高,需强化施工安全控制,杜绝事故发生。(1)施工前需对施工人员进行安全培训,明确施工安全注意事项,考核合格后方可上岗作业;施工人员需佩戴安全帽、安全带、防滑鞋等个人防护用品,高空作业需搭设安全脚手架、防护网,确保作业安全。(2)施工过程中需加强边坡稳定性监测,采用沉降计、位移计等设备,实时监测边坡的沉降、位移情况,设置预警值,当监测数据超过预警值时,需立即停止施工,撤离施工人员和机械设备,采取应急措施,确保施工安全。同时,需加强施工机械设备的管理,定期对机械设备进行检修、维护,确保机械设备正常运行,避免因机械设备故障引发安全事故;开挖弃土需合理堆放,严禁在边坡顶部、坡面堆放过量弃土和施工材料,避免增加边坡荷载。

4.3 施工过程中的应急处置要点

在边坡开挖支护施工过程中,边坡局部坍塌、滑坡等突发状况随时可能发生,为此必须提前制定科学完备的应急处置方案,并足量配备应急物资与设备,以保障在突发情况出现时能够迅速、有效地开展处置工作。

(1)应急物资涵盖多个方面,沙袋可用于快速筑堤挡水,防止水流进一步侵蚀边坡;铁锹便于现场清理杂物;锚杆和喷射混凝土设备能及时对不稳定边坡进行加固;急救药品则为受伤人员提供紧急救治保障。应急设备方面,挖掘机和装载机可快速清理坍塌物,抽水机能及时排除积水。(2)一旦出现边坡局部坍塌,要第一时间停止施工,迅速组织施工人员和机械设备撤离至安全地带,同时设置醒目的警戒区域,严禁无关人员进入。随后,利用挖掘机等设备清理坍塌物,仔细检查坍塌区域周边边坡的稳定性。若判断存在继续坍塌风险,需立即采取临时支护措施,如铺设防护网、打设临时锚杆等,待边坡稳定后,再有序开展后续整改施工^[5]。

结束语

边坡开挖支护施工在水利水电工程中占据着举足轻重的地位。施工前期准备、开挖施工、支护施工以及质量安全控制与应急处置等各个环节紧密交织,共同构成了一个复杂而有序的施工体系。只有严格遵循相关要点,精心组织施工,加强质量与安全管理,才能有效应对各种施工难题和突发状况,确保边坡的稳定性,保障工程的安全与顺利进行。未来,随着技术的不断进步和经验的持续积累,边坡开挖支护施工技术将不断完善和发展,为水利水电工程建设提供更加坚实可靠的保障,推动行业朝着更高水平迈进。

参考文献

- [1]郝泽维.水利水电工程边坡开挖支护施工要点[J].中国电力企业管理,2024,(03):94.
- [2]付桂生,张弦.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].四川水利,2023,44(05):116-118.
- [3]张帆.水利工程施工中的边坡开挖支护技术分析[J].水上安全,2023,(07):170-172.
- [4]郝泽维.水利水电工程边坡开挖支护施工要点[J].中国电力企业管理,2024,(03):94.
- [5]付桂生,张弦.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].四川水利,2023,44(05):116-118.