

水利工程施工中边坡开挖支护技术的研究

毕鑫

山东省水利水电建筑工程承包有限公司, 山东 济南 250109

[摘要] 水利工程作为保障水资源合理利用和防洪排涝的关键领域, 对于地质条件复杂的边坡施工提出了更为严格的技术要求。边坡在水利工程中扮演着重要的角色, 其开挖和支护技术直接关系到工程的安全性和稳定性。为此, 深入研究和掌握边坡开挖支护技术, 对于提高水利工程施工水平、确保工程的长期可靠运行至关重要。

[关键词] 水利工程; 边坡开挖; 支护技术

DOI: 10.33142/ect.v2i6.12408

中图分类号: TV551.4

文献标识码: A

Research on Slope Excavation and Support Technology in Water Conservancy Engineering Construction

BI Xin

Shandong Water Conservancy and Hydropower Construction Engineering Contractor Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250109, China

Abstract: As a key field for ensuring the rational utilization of water resources and flood control and drainage, hydraulic engineering has put forward stricter technical requirements for the construction of slopes with complex geological conditions. Slopes play an important role in hydraulic engineering, and their excavation and support technologies are directly related to the safety and stability of the project. Therefore, in-depth research and mastery of slope excavation and support technologies are crucial for improving the construction level of hydraulic engineering and ensuring the long-term reliable operation of the project.

Keywords: water conservancy engineering; slope excavation; support technology

引言

随着我国经济社会的不断发展, 水利工程规模和数量逐渐增多, 而许多项目所处地质环境多样, 从软弱土质到坚硬岩体, 各种复杂地质条件给边坡施工带来了巨大的挑战。在这样的背景下, 科学、合理、高效的边坡开挖支护技术成为水利工程施工中亟待解决的问题。为了更好地应对不同地质条件下的边坡施工需求, 本文将深入探讨边坡开挖支护技术的主要类型、施工要点以及在水利工程中的应用策略, 为水利工程的可持续发展提供技术支持和理论指导。

1 边坡开挖支护技术的主要类型

1.1 边坡开挖施工技术

1.1.1 土方开挖技术

土方开挖技术包括多种方法, 其中最常见的是机械挖掘和手工挖掘, 机械挖掘主要依赖于挖土机、挖掘装载机等, 能够迅速而高效地进行大量土方开挖工作。对于细致的工程, 挖土机械的选择取决于土壤的类型和特性。手工挖掘则通常用于局部细节处理或者在有限空间内无法使用机械设备的情况下。土方开挖技术还包括对挖掘后的土方进行处理和运输, 涉及到挖土机械与运输工具的协同操作, 确保土方的及时、有效移除。

1.1.2 石方开挖技术

石方开挖技术主要方法是采用钻孔爆破技术, 该技术首先通过在岩石中钻孔, 然后将爆破药剂充填至孔道内, 通过合理设计的爆破方案, 岩石能够被有效地破碎在进行爆破操作时, 精确控制爆破参数如孔深、孔距和药量, 对

于确保安全和最大程度降低岩石振动影响至关重要。另一种常见的石方开挖技术是机械劈裂, 包括使用特殊设计的岩石劈裂机械, 通过对岩石施加巨大的分离力来实现开挖, 通常适用于边坡中的大块岩石。

1.1.3 钻爆技术

钻爆技术是一种常用于边坡开挖的高效而精确的方法。钻孔的深度和间距需根据地质条件和爆破设计要求进行仔细计划。钻孔完成后, 爆破剂被填充到孔道内, 确保整个边坡内的荷载均匀分布。要考虑爆破药剂的种类、数量和分布方式。通过科学合理的设计, 能够最大程度地实现岩石的破碎, 以便后续土方开挖。爆在爆破过程中, 精准的定时和协同操作是确保安全的关键, 周边环境和结构的保护也需要纳入考虑, 以防范潜在的风险。

1.2 边坡支护施工技术

1.2.1 深层支护技术

深层支护技术是在边坡或基坑工程中应用的关键技术, 旨在防止土体或岩体的塌方。锚杆支护是通过在边坡或基坑中进行钻孔, 注入水泥浆或注浆剂, 然后插入预应力锚杆并进行张拉, 以增强土体或岩体的抗拉强度, 从而提高整体稳定性。喷锚支护采用喷涂混凝土的方式, 形成坚固的保护层, 填充岩体裂缝, 增强整体强度, 防止水土流失, 有效提高边坡的稳定性。地钉支护是通过埋设金属或合成材料制成的地钉, 通过抗拉强度将土体或岩体固定在地下, 适用于边坡较高、坡度较陡峭的情况, 具有施工简便、效果显著等优点。预应力锚索支护是在边坡或基坑中埋设带有预应力的钢绞线或钢筋, 通过张拉

这些绞线或钢筋施加预应力，提高边坡的整体稳定性。

1.2.2 挡土墙支护技术

挡土墙支护技术包括重力挡土墙和钢筋混凝土挡土墙。重力挡土墙通过自身重量来对抗土体的压力，适用于较低边坡高度。而钢筋混凝土挡土墙利用钢筋混凝土结构的强度和稳定性，适用于高边坡和大坡度的情况。在墙体结构设计方面，考虑土体性质、边坡坡度和高度等因素，合理的结构设计能够确保挡土墙在受到土体压力时能够稳定地抵抗，减少挡土墙的变形和破坏。有效的排水系统也是挡土墙技术的一部分，包括排水管道和排水层，以防止土体渗透和积水，避免对挡土墙结构的不利影响。定期监测挡土墙的位移、裂缝和变形等情况，能够及时采取维护措施，确保挡土墙的长期稳定性。

1.2.3 对策锚杆支护技术

锚杆支护技术是一种重要的边坡支护手段，通过在边坡中安装锚杆，利用锚杆的抗拉能力来增强土体的稳定性。在边坡或基坑中进行合理布局的钻孔，通常呈网格状，以确保支护的全面性。钻孔深度和间距的设计需根据地质条件和工程要求精确计算，以保证后续锚杆的有效支护。钻孔完成后，需要在孔道内灌注水泥浆或其他浆液，以巩固周围土体并提高孔壁的稳定性。将预应力锚杆插入到灌浆的孔道中，并通过张拉操作施加预应力。预应力的作用是使锚杆与土体形成一个均衡的体系，提高土体的抗拉强度，对插入并张拉的锚杆进行固结，确保锚杆与土体之间的连接紧密牢固，涉及到在锚杆的末端或者孔道口进行适当的锚固设计，以防止锚杆因受力而滑动或脱落。

1.2.4 混凝土喷涂支护技术

混凝土喷涂支护技术是一种有效的边坡支护方法，通过将混凝土以喷涂的方式施加在边坡表面，形成坚固的保护层，以提高边坡的稳定性。对边坡表面进行处理，包括清理、除尘和修复裂缝等。确保边坡表面平整、坚固，以提供喷涂混凝土的理想基础。准备混凝土喷涂材料，通常是由水泥、砂、骨料等组成的特殊混凝土。这种混凝土具有良好的附着性和抗渗透性，采用专用的喷涂设备，将混凝土均匀地喷涂在边坡表面，需要精确控制喷涂的厚度和均匀性，以确保形成的保护层具有稳定的结构^[1]。混凝土喷涂支护技术允许在混凝土中添加特殊的纤维材料，如玻璃纤维或聚合物纤维，以增加混凝土的韧性和抗裂性，提高整体的抗冲击和抗震能力，完成喷涂后，进行养护工作，确保混凝土保护层充分硬化和固结。

2 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用策略

2.1 科学组织协调，精益求精。

在项目启动阶段，必须进行详细的工程勘测和地质调查，以全面了解施工场地的地质特征和工程要求，科学组织施工计划时，需充分考虑边坡类型、土质、岩性等因素，合理安排开挖和支护工序，各个施工阶段之间的协调需要高效沟通，确保边坡开挖和支护工作之间的衔接流畅。协

调也需要考虑到现场资源的充分利用，例如合理安排设备的使用，确保在不同施工阶段有序推进，以提高效率^[2]。通过持续的监测和评估，及时调整施工方案，优化支护技术的应用，以达到最佳效果，注重施工过程中的质量管理，确保边坡开挖和支护工程的稳定性和安全性。

2.2 充分分析施工现场环境，开展施工管理

施工前，必须对施工现场的地质、气象、水文等环境因素进行详细分析，可以更好地了解施工场地的特点，为后续的施工计划提供准确的基础。应综合考虑边坡开挖和支护工作的先后顺序，充分考虑不同地质条件下的施工特点，以确保施工的合理顺序和高效进行，包括对边坡稳定性的实时监测，对支护结构施工质量的监控，以及对施工进度和安全性的全面管理。通过引入先进的监测技术和信息管理系统，可以及时发现潜在问题，采取相应的调整措施，保障施工的正常推进。培训施工人员，提高其对边坡开挖和支护技术的理解和应用能力，使其更好地适应不同环境和工程要求，建立健全的安全管理体系，确保施工过程中人员的安全，减少事故风险。

2.3 重视基坑质量控制工作，健全设备管理

在水利工程施工中，在进行边坡开挖支护时，基坑作为支护结构的基础，其质量直接关系到整个工程的稳定性。在施工过程中，通过合理的基坑开挖和支护方案，确保基坑的稳定性和土体的一致性。同时，建立定期检查和监测机制，及时发现并解决基坑内可能存在的渗水、坍塌等问题，以保证基坑质量符合设计要求。在边坡开挖和支护工作中，使用合适的设备能够提高施工效率并降低人工成本。因此，需要进行设备的科学选型，确保其适应不同地质条件和施工环境。设备的维护保养也是关键，定期检查设备的运行状态，及时进行维修和更换，以确保设备的正常运转。

2.4 对于不同地质况，对施工方案进行优化及地质监测要求

不同地质条件下的边坡开挖支护工程需要因地制宜，采用灵活的施工策略，以确保工程的稳定性和安全性。对于不同地质状况，可以针对性地调整边坡开挖和支护的工序和方法。在软弱土壤地质条件下，可以选择采用土方开挖技术，并考虑加固手段，如植被覆盖或土工合成材料的应用。而在岩性地质条件下，可以考虑采用钻爆技术进行开挖，并结合岩体支护技术，如锚杆支护或喷锚支护。在施工前，需要进行详细的地质勘测，建立地质监测点，并确定监测参数，如位移、地下水位等。在施工过程中，通过定期监测，能够及时发现边坡的变形、裂缝、渗水等异常情况，从而采取相应的措施，调整施工方案，确保工程的稳定性。在地质监测中，要求采用先进的监测技术，如卫星遥感、激光扫描等，结合传统的地质勘测手段，形成全面、准确的监测体系。

3 在水利工程施工中应用边坡开挖支护技术的主要路径

3.1 边坡开挖技术的应用要点

3.1.1 技术交底

技术交底是边坡开挖支护工程中至关重要的环节，需

要明确土方或石方开挖的具体方法,包括开挖的深度、坡度等参数。在土方开挖中,要注意采用适当的机械设备,控制开挖的层数,确保坡面平整;在石方开挖中,需考虑岩石的硬度,选择合适的爆破方法,以及合理的爆破设计。在支护方面,锚杆支护,要点包括钻孔的深度和布设密度,注浆的材料和浆液配比,以及锚杆的张拉力度和固结方式;喷锚支护,要强调喷涂混凝土的配制比例、喷涂厚度和工作顺序,确保形成坚实的支护层。技术交底还应涵盖测量放线施工的要点,包括测量精度的要求、放线的方法和工具的选择。土质边坡开挖技术要点涉及土体的稳定性分析,采用合适的土方开挖机械,注重现场水土流失的控制^[3]。而岩质边坡开挖技术要点包括岩石的分类与特性,爆破方案的优化,确保安全高效的岩石开挖。

3.1.2 测量放线施工要点

测量放线施工的关键技术要点涵盖了精准测量和准确放线的各个方面。对于精准测量,需要确保使用高精度的测量仪器,如全站仪或激光测距仪,以获得准确的测量数据。在选择测量方法时,要根据具体地形和施工要求,采用合适的水平测量和垂直测量方式,以提高测量的精度。在进行放线施工时,确保参考线或基准线的设置准确,要注意使用合适的放线工具,如放线仪、放线桩等,确保其精度和稳定性。在施工现场,应合理选择放线的起点和终点,避免地形起伏或障碍物对放线的影响,以保证放线的直线度和正确性。对于大规模水利工程而言,应考虑采用先进的定位技术,如差分 GPS 技术,以提高整体施工的定位精度。在复杂地形或有限空间的情况下,可以采用无人机测量技术,实现对施工现场的高效监测和数据获取。

3.1.3 土质边坡开挖技术要点

土质边坡开挖技术要点主要包括合理的开挖顺序、适当的坡度控制、有效的水土保持措施和稳定性分析。关于开挖顺序,应根据实际地质条件和工程要求,选择合理的开挖先后顺序,避免在开挖过程中导致土体塌方或滑动。合理的坡度设计能够确保边坡在开挖过程中保持稳定。通过根据土质特性、坡度高度和地形条件进行科学合理的坡度计算,可以降低边坡的自然坍塌和滑动的风险。在开挖过程中,需要采取措施防止水土流失,包括搭设防护网、设置挡土墙、进行覆土覆盖等,以减缓水流速度、固定土体,保护边坡表面不被侵蚀。通过对土体的力学特性、坡度设计和水土保持等因素进行综合分析,采用适当的计算方法,确保边坡在开挖后能够保持足够的稳定性,防止坍塌或滑动等灾害发生。

3.1.4 岩质边坡开挖技术要点

岩质边坡开挖技术要点涉及合理的爆破设计、岩体支护措施、坡高与坡度的控制以及岩层质量评估等方面。关于爆破设计,需要根据实际岩体的硬度、断裂情况和地质构造,科学合理地确定爆破方案。爆破参数的设定,如孔距、孔深、药量等,应考虑到岩体的特性,以实现高效开

挖的同时最小化岩体的损伤。采用锚杆支护、喷锚支护、岩锚网等方式,对岩体进行稳固固结,防止岩块的坠落和滑动。在支护设计中,要充分考虑岩体裂隙和节理的分布,选择合适的支护方式和布设密度,以确保支护结构的牢固性和稳定性。通过科学合理的坡度设计,可以减小岩体坡面的稳定性风险,降低坡体的变形和裂缝发生的概率。岩层质量评估通过详细的岩层勘察和质量评估,了解岩体的结构、岩性、裂隙等情况,为后续开挖工作提供准确的基础数据。

3.2 边坡支护施工技术要点

3.2.1 钢筋网铺设要点

钢筋网铺设是边坡支护工程中的关键步骤,其要点包括合理的网格布置、适当的固定方式、对接处的连接牢固和材料的选择。首先,要确保钢筋网的合理布置,根据边坡的坡度和高度,确定网格的间距和排列方式,以提供有效的支护结构。其次,固定方式要得当,采用适量的锚杆或其他固定装置,确保钢筋网能够稳固地固定在边坡表面,防止因外力作用导致其脱落。最后,选择优质的耐腐蚀、耐老化的钢筋网材料,确保其在长期风吹雨打和边坡变形的环境中仍能保持良好的性能。

3.2.2 支护施工要点

浅层支护施工的要点包括合理的支护结构选择、适当的支护深度、材料的优质选用以及施工过程的精细管理。首先,要选择适合边坡地质条件的支护结构,例如挡土墙、挡土梁等,确保其能够有效抵抗边坡土体的压力和侵蚀。其次,支护深度的确定要综合考虑边坡的坡度和土体的稳定性,确保支护结构能够达到稳固固结的效果。材料的选用要考虑到其抗腐蚀、耐久性和强度,选择高质量、适用于环境的支护材料。在施工过程中,要进行精细管理,包括施工工序的合理安排、支护结构的准确布设以及工艺参数的精准控制,以确保浅层支护的施工质量。

4 结束语

水利工程施工中的边坡开挖支护技术是确保工程安全、高效进行的重要组成部分。通过科学规范的土质和岩质边坡开挖以及相应的支护措施,水利工程不仅能够实现可持续的水资源利用,还能够提高工程的抗灾能力和服务效能。综合运用先进的技术手段和管理理念,可以更好地保护水利工程的生态环境,确保水利基础设施的长期安全运行。

[参考文献]

- [1]曾梅. 土木工程施工中边坡支护技术的应用[J]. 建材世界, 2023, 44(3): 132-134.
 - [2]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(7): 170-172.
 - [3]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(5): 116-118.
- 作者简介: 毕鑫(1988.5—), 毕业院校: 山东农业大学, 所学专业: 水利水电建筑工程, 当前就职单位: 山东省水利水电建筑工程承包有限公司, 职称级别: 工程师。