

水利工程施工中边坡开挖支护技术中的应用

张春太

山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]在水利工程施工进程里，边坡开挖支护技术属于极为关键的一个环节，其对于保障工程的安全性、工程质量以及施工效率都有着不容小觑的作用。随着当下工程规模持续扩大，复杂程度不断加深，传统的边坡支护手段已然很难契合现代施工方面的实际需求了，所以针对边坡开挖支护技术展开的相关研究以及具体应用就变得格外重要起来。本文紧扣水利工程施工的实际状况来展开论述，着重从浅层支护、深层支护、还有新型支护材料以及智能施工技术等诸多方面展开较为系统的剖析，并且还结合施工管理方面的诸多策略，像施工前的各项准备工作、设计方面的优化举措、安全方面的管理事宜、进度方面的把控工作、质量方面的监管事项、爆破技术的应用情况以及环境保护相关事宜等内容，进而提出具有一定科学性与合理性的应用策略。通过将理论知识同实际操作相互结合起来的方式，本文希望能够给水利工程施工给予一定的参考依据，达成施工安全得以保障、工程质量能够得到保证并且环境可以实现可持续发展的目标。

[关键词]水利工程；边坡；开挖；支护技术

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18452 中图分类号： 文献标识码： A

Application of Slope Excavation and Support Technology in Water Conservancy Engineering Construction

ZHANG Chuntao

Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: In the construction process of hydraulic engineering, slope excavation and support technology is an extremely critical link, which plays an important role in ensuring the safety, quality, and construction efficiency of the project. With the continuous expansion of engineering scale and increasing complexity, traditional slope support methods are no longer able to meet the practical needs of modern construction. Therefore, research and specific applications related to slope excavation support technology have become particularly important. This article focuses on the actual situation of water conservancy engineering construction and conducts a systematic analysis from various aspects such as shallow support, deep support, new support materials, and intelligent construction technology. It also combines various strategies in construction management, such as pre construction preparation work, design optimization measures, safety management matters, progress control work, quality supervision matters, application of blasting technology, and environmental protection related matters, and proposes application strategies with certain scientificity and rationality. By combining theoretical knowledge with practical operation, this article hopes to provide certain reference basis for water conservancy engineering construction, achieve the goals of ensuring construction safety, engineering quality, and sustainable development of the environment.

Keywords: water conservancy engineering; slope; excavation; support technology

引言

水利工程一般会建造在地形状况复杂且环境条件颇为严苛的区域，在施工进程中，边坡的稳定情况和工程的安全性以及施工效率紧密关联着。边坡开挖支护属于施工环节里极为重要的一部分，同时也是用来保障工程质量、防范事故的发生的关键技术举措。近些年来，随着水利工程规模变得越来越大，施工环境也日益复杂起来，传统的边坡支护方法在实际施工进程中存在着诸多隐患，像是有安全隐患存在等情况，这些都使得其很难契合现代工程方面的要求。所以说，深入研究并且加以应用那些科学、合理且具创新性的边坡开挖支护技术，这对于提高施工质量、确保工程安全、削减施工成本而言，有着不容忽视的重要意义。本文在归纳整理现有技术经验之际，还结合了施工

管理方面的策略，全方位地对水利工程施工里面边坡开挖支护技术的应用展开探讨，从而能够给工程实践给予一定的参考依据。

1 水利工程施工中边坡开挖支护重要性

水利工程施工中，边坡开挖是一个非常重要的环节，其支护必不可少。（1）保证工程施工进度：边坡开挖支护是水利工程施工的重要环节，边坡支护的好坏直接影响工程的施工进度。（2）维护水利工程安全：水利工程通常建于山区、峡谷等自然环境中，边坡开挖对环境稳定性的影响十分显著。未经合理支护的边坡容易发生滑坡、塌方等事故，严重威胁到水利工程的稳定性和安全性。（3）提高工程质量：合理的边坡开挖支护能够保证土体结构稳定，防止坍塌、变形等问题的发生。（4）减少环境破坏：水利

工程施工场地通常靠近山区、河流等自然环境，未经合理支护的边坡开挖容易引起环境破坏，如水源污染、土地沉降等问题，对环境造成不利影响。因此，合理的边坡开挖支护是水利工程施工中必不可少的环节，能够保证水利工程的安全性和质量，减少环境破坏。

2 边坡开挖支护施工技术

2.1 浅层支护技术

浅层支护技术主要适用于土质边坡或者坡高较低且土体稳定性比较好的施工环境，其核心目的在于借助表层支护措施维持边坡土体的稳定性，进而确保施工安全以及施工效率。浅层支护一般包含锚杆支护、喷锚支护以及排桩或者临时挡土墙等举措。锚杆支护是通过在边坡表层安装锚杆并和土体形成结合，以此提升土体抗剪强度，进而降低滑移变形的情况。喷锚支护把喷射混凝土和钢筋网相结合，能够在较短的时间内形成连续支护面，对于局部土体不均匀变形有着不错的约束作用。排桩或者临时挡土墙通过形成刚性支护结构来支撑边坡土体，防止在施工过程中出现局部坍塌的现象。浅层支护技术的优点在于施工速度较快、成本相对偏低，并且在施工过程中便于调整与维护，适合应用于河道整治、小型水库边坡以及其他中低坡度的施工场合，不过其承载能力以及适用范围受到土质条件以及边坡高度的限制，所以在实际施工当中需要结合地质勘察的结果展开科学设计与施工。

2.2 深层支护技术

深层支护技术主要适用于高边坡或者岩土混合结构较为复杂的水利工程施工作业环境，该技术着重借助深层支护方面的举措来强化边坡的整体稳固性。深层支护一般涵盖桩基支护、锚索加固、喷射混凝土支护以及分级爆破开挖等一系列的技术手段。其中，桩基支护是通过设立深层桩体的方式，把边坡土体或者是岩体同坚固层相互连接起来，进而形成一个完整的支撑体系，如此一来便能大幅度提升边坡的承载能力，而且还能有效地抵御土体出现滑移情况以及发生局部破坏的现象。锚索加固要是和桩基或者喷射混凝土相互结合起来的话，那么就能够进一步对深层土体加以约束，从而防止边坡出现整体滑移的情况，在施工过程当中还能够凭借张拉力调节的方式来达成应力优化的目的。喷射混凝土在深层边坡当中的运用，是依靠快速形成坚固且连续的支护面，以此来有效地遏制边坡表层以及次生裂隙不断扩展的趋势，并且在不良地质条件之下还能够起到额外的防护作用。分级爆破开挖属于岩石边坡施工当中极为重要的一种方法，它是通过分层逐步进行开挖的方式，以此来对爆破振动加以控制，进而减少边坡受到的扰动，降低施工所面临的风险，同时也能够避免对周边的结构以及环境造成破坏。深层支护技术在大型水库、尾水坝还有峡谷地段施工环节当中显得格外重要，其实际应用不但能够确保施工的安全性，而且还为后续工程能够实现长期稳定的运行打下了坚实的基础，不过其施工成本以及技术方面的要求都比较高，所以必

须要严格依照设计规范以及施工工艺来进行操作，并且要结合施工监测数据及时地对支护方案做出相应的调整，从而切实保障边坡的安全以及施工的质量。

2.3 新型支护材料及智能施工技术

随着施工技术不断发展，新型支护材料还有智能施工技术在水利工程边坡开挖方面得到了广泛运用。新型支护材料有高强度混凝土、纤维增强材料、可调节锚索以及轻质高韧性支护板等，这些材料一方面提高了支护结构的承载能力以及耐久性，另一方面也降低了施工重量以及对环境的影响。智能施工技术主要包含施工过程监测系统、边坡变形在线监测、施工机器人辅助以及数字化施工管理平台，借助实时数据采集与分析，可以达成边坡稳定性预测、施工工序优化以及施工质量控制的目的。这些技术与材料相结合加以应用，既提升了施工效率与安全性，又能实现施工过程的智能化管理，减少人为失误，提高水利工程施工的科学性与可持续性。

3 边坡开挖支护施工管理与应用策略

3.1 施工前准备工作

施工前的准备工作在边坡开挖支护施工里属于极为关键的一个环节，其重点就在于要保证施工的各项条件都能够完备无缺，让施工人员对于技术方面的要求能够十分清楚，而且施工设备以及相关材料也都得准备妥当。在施工开始之前，必须要去完成地质方面的勘察工作以及针对边坡稳定性的相应分析，从而将土层具体的分布情况、岩石所具有的性质以及存在潜在风险的区域都给明确清楚了，进而能够为后续的施工设计给予科学且合理的依据。与此还应当制订出详尽细致的施工方案以及应急预案，要对施工人员开展技术层面的交底工作并且进行安全方面的培训，以此来确保每一个参与到施工当中的人员都能够对施工的流程、操作的关键要点以及安全的相关规范都熟悉掌握。除此之外，还需要对施工设备展开全面细致的检查并进行相应的调试工作，要保证支护材料能够依照设计方面的要求及时到场，并且还要对施工的区域做好清理以及标识等相关事宜，从而为施工能够顺利开展创造良好的条件。

3.2 施工图设计优化与流程管理

施工图设计的优化以及流程管理，这二者对于保障边坡开挖支护施工能够顺利开展而言极为关键。借助对施工图加以优化这一举措，能够清晰明确地确定支护结构的具体布置情况、支护所应达到的深度、所用材料的规格类型以及施工时的操作顺序，如此一来便能够在很大程度上减少设计环节出现的误差给施工带来的影响。流程管理着重于依照科学且合理的施工顺序还有操作规范来组织开展施工相关事宜，以此防止出现多个工序相互交叉或者操作过程中产生冲突等状况，进而促使施工效率得以提升，施工安全也获得有力保障。在实际进行施工活动的过程中，将设计优化与流程管理相结合起来的做法，可有效地减少施工方面存在的各类风险，同时也能使施工成本有所降低，并且能够

充分保证施工质量能够切实达到设计所规定的要求。

3.3 安全管理与监督措施

在边坡开挖支护施工期间,安全管理和监督举措有着极为关键的作用。施工现场有必要构建起完备的安全管理制度,这里面涵盖了施工操作方面的规范、针对危险区域所设置的警示标识、安全防护设施的具体布置情况以及应急预案等相关内容。借助现场的监督活动以及定期开展的检查工作,能够及时察觉到潜在存在的安全隐患,并且随即采取相应的纠正办法,以此来保障在施工进程当中人员以及设备都能够处于安全的状态^[1]。安全管理不仅仅涉及到物理层面的防护措施,而且还得综合施工过程当中监测数据,去评估边坡稳定性方面所发生的变化,进而有效防范突发事件的出现,达成施工全程都有安全保障的目标。

3.4 施工计划控制与进度管理

科学且合理的施工计划控制以及进度管理,无疑是保障水利工程施工能够高效推进的关键手段。施工计划要充分结合边坡的地质条件状况、所采用的施工方法以及施工资源的具体情况,来妥善安排施工的先后顺序以及各个时间节点,并且借助设定分阶段的目标来对施工进度加以控制^[2]。与此得建立起施工进度的动态管理系统,以此实时对施工过程中出现的各类偏差以及延误情况予以跟踪,及时地去调整施工的相关安排,从而保证工程能够按时完成。在开展边坡开挖支护施工期间,进度管理一方面会影响工程最终完成所需的时间,另一方面还和施工安全以及资源的合理利用有着极为直接的关系。

3.5 深基坑支护质量控制

深基坑边坡支护的质量控制属于极为关键的一环,其对于施工安全以及工程稳定而言都意义重大。要想做好质量控制,那就要从多个方面来着手开展工作,像是材料选取、施工工艺确定、施工精度把控以及施工监测实施等,只有这样才能够保证每一个支护环节都能够严格契合设计所提出的要求^[3]。在施工正式展开的过程中,针对支护结构必须要开展现场检测以及监测相关工作,如此一来便能够及时察觉到可能出现的裂缝情况、发生变形的情况或者存在沉降异常的情况,并且在此基础上迅速采取相应的补救举措。与此还应当去建立起一套施工质量验收方面的制度,另外也要同步构建起相关的记录档案,进而达成施工全过程都能够具备可追溯性的目标,以此来切实有效地保障深基坑支护所应有的安全性和可靠性。

3.6 爆破施工的合理应用

在岩石边坡或者高边坡展开施工的时候,合理地运用爆破施工技术,能够在很大程度上提升开挖的效率,降低人工劳动的强度,并且可以有效地控制边坡受到扰动的范围。爆破施工必须严格按照设计所给出的各项参数以及相关操作规范来执行,要科学地去安排炸药的具体数量、装

药的方式以及爆破的顺序,从而防止出现那些没有必要的裂隙以及振动等情况,进而避免这些情况对边坡的稳定性产生不利的影响。与此还需要综合参考监测所获取的数据以及现场的实际施工条件,对爆破方案做出相应的调整,以此达成安全且高效的岩石开挖目标。

3.7 环境勘测与生态保护

水利工程的施工往往处于生态较为敏感的区域,在此期间,环境勘测以及生态保护均属于施工管理当中的关键构成部分。在正式施工之前,需要细致地开展地形方面的勘测工作,还要对植被状况予以勘测,水文情况以及生态环境也都得纳入勘测范围之内,通过这些勘测来对施工可能给周边环境带来的潜在影响做出科学评估。在整个施工进程当中,应当采取一系列防护举措,像是设置支护结构以实现排水功能、对沉降情况进行有效控制、着力保护好植被并且妥善管理施工废弃物等,以此尽可能地降低对环境所造成的破坏程度,达成施工与生态能够协调发展的良好态势。与此还应当建立起环境监测的相关制度,定期去评估施工所产生的影响,并且依据评估结果采取与之相应的保护以及修复方面的措施。

4 结语

边坡开挖支护技术于水利工程施工业当中,有着无可取代的重要作用,其具体应用涵盖了施工安全、工程质量、进度把控等诸多方面。合理地去选择浅层与深层支护技术,科学且严谨地落实测量放线以及技术交底相关事宜,与此广泛地推广并应用新型支护材料以及智能施工技术,这无疑为现代水利工程施工给予了强有力的技术保障。通过进一步完善施工管理方面的各项策略,像施工前的各项准备工作、设计环节的优化处理、安全方面的监督工作、进度方面的管理工作、质量方面的控制举措、爆破施工的具体操作,能够切实有效地提升施工效率,使得风险得以降低,进而达成安全、高效并且可持续的施工最终目标。在未来的发展进程中,随着新材料、新技术以及数字化施工管理等相关领域不断取得新的进展,边坡开挖支护技术在水利工程施工里将会发挥出更为关键的作用,从而为工程建设给予更加稳固可靠的保障。

【参考文献】

- [1]梁玉冰.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].工程建设与设计,2025(5):193-195.
 - [2]赵建梅.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].水上安全,2024(13):179-181.
 - [3]王悍,王曦,张佳伟,等.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].中国住宅设施,2024(2):187-189.
- 作者简介: 张春太 (1994.9—), 毕业院校: 中国海洋大学, 专业: 工程管理, 当前就职单位: 山东大禹水务建设集团有限公司, 职务: 职员, 职称级别: 助理工程师。