水利工程施工中护坡工程施工分析与研究

赫子皓
深圳先河水利水电工程有限公司　广东　深圳　518001

摘　要：随着水利工程建设规模扩大，护坡工程重要性凸显。本文聚焦水利工程施工中的护坡工程，深入开展施工分析与研究。首先概述水利工程护坡工程的基本情况，接着详细阐述其施工技术要点，涵盖测量放样、基础处理、坡面修整、护坡材料选择与铺设以及排水设施施工等方面。同时，剖析了护坡工程施工面临的诸多难点，如地质条件复杂、水文条件多变、施工环境恶劣以及生态保护要求高等。最后针对这些难点，提出了一系列切实可行的解决措施，旨在为水利工程护坡工程的顺利施工提供理论依据与实践指导，提升工程质量与效益。

关键词：水利工程；护坡工程；施工技术；施工难点；解决措施

引言：水利工程作为国家基础设施建设的关键部分，在防洪、灌溉、发电、供水等诸多领域发挥着不可替代的作用。而护坡工程作为水利工程的重要组成部分，其施工质量直接关系到整个水利工程的稳定性与安全性。良好的护坡工程能够有效抵御水流冲刷、防止坡体滑坡，保护水利工程设施及周边环境。然而，在实际施工过程中，护坡工程面临着地质、水文、环境等多方面的挑战，施工难度较大。因此，深入分析水利工程护坡工程施工技术要点，研究施工难点并探寻解决措施，对于保障水利工程长期稳定运行、实现可持续发展具有重要的现实意义。

1 水利工程护坡工程概述

水利工程护坡工程是水利工程建设中至关重要的组成部分，旨在保护水利工程岸坡免受水流冲刷、风浪侵蚀、降雨渗透等不利因素影响，维持岸坡的稳定性与完整性，进而保障水利工程的整体安全与正常运行。从功能角度看，护坡工程能够有效防止岸坡土壤流失，避免因坡体失稳引发的滑坡、坍塌等灾害，保护水利工程主体结构不受破坏。同时，合理的护坡设计还能改善周边生态环境，为水生生物和陆生生物提供适宜的栖息场所，促进生态系统的平衡与稳定。在类型方面，护坡工程形式多样，常见的有砌石护坡、混凝土护坡、植草护坡、土工格室护坡等。砌石护坡利用块石的重量和相互嵌挤作用抵御水流冲刷；混凝土护坡强度高、耐久性好，适用于水流冲刷严重的区域；植草护坡则通过植被根系固土，兼具生态与景观功能；土工格室护坡通过格室的约束作用增强土体稳定性。护坡工程的设计与施工需综合考虑多方面因素，如地质条件、水文特征、气候环境、工程等级等。只有因地制宜、科学合理地选择护坡类型与施工工艺，才能确保护坡工程发挥预期效果，实现水利工程的安全、持久运行[1]。

2 水利工程护坡工程施工技术要点

2.1 测量放样

测量放样是水利工程护坡工程施工的首要环节，其准确性直接影响后续施工质量和工程整体效果。施工前，技术人员需依据设计图纸和相关规范要求，对护坡工程的控制点、轴线以及高程等进行精确测定。利用全站仪、水准仪等先进测量仪器，建立可靠的测量控制网，确保各控制点之间能相互通视且位置稳固，为后续测量工作提供精准基准。在护坡坡面测量放样时，要准确确定坡顶、坡脚的位置以及坡面的坡度。通过拉线、打桩等方式，将设计坡面的轮廓清晰标记出来，为坡面修整提供明确依据。同时，对护坡基础的位置和尺寸进行精确放样，保证基础施工符合设计要求。测量放样过程中，要严格遵循测量规范，进行多次复测和校核，减少测量误差。每次测量完成后，及时整理测量数据，绘制详细的测量成果图。此外，还需对测量放样结果进行现场交底，确保施工人员清楚了解护坡的形状、尺寸和位置等信息，为护坡工程的顺利施工奠定坚实基础。

2.2 基础处理

基础处理作为水利工程护坡工程的重要根基，对护坡整体稳定性起着决定性作用。施工前，要全面清理基础区域内的障碍物，像杂草、腐殖土、乱石等，让基础表面保持整洁。若基础处于河岸或坡地，还需对边坡进行适当修整，保证其坡度符合设计规范，避免出现局部凹陷或凸起。当基础下方存在软弱土层时，需根据具体情况采取针对性处理措施。若软弱土层较薄，可直接挖除，换填强度高、稳定性好的材料，如砂砾石、碎石土等，并分层夯实，每层厚度控制在合理范围内，确保换填密实度达标。若软弱土层较厚，换填不经济时，可采用水泥搅拌桩、碎石桩等地基加固方法，提高地基承载

力。此外，要做好基础排水工作。在基础周边设置排水沟或盲沟，及时排除积水，防止地下水渗入基础，导致基础软化、强度降低。处理完成后，还需对基础进行质量检测，确保其各项指标满足设计要求，为后续护坡施工提供可靠支撑。

2.3 坡面修整

面修整是水利工程护坡工程中确保坡面稳定与平整的关键步骤，直接影响护坡结构的整体性能和外观质量。施工前，需依据设计坡比和测量放样结果，对原始坡面进行全面检查。清除坡面上的浮石、危岩、杂物以及松散的土层，防止其在后续施工过程中或使用期间发生滑落，影响工程安全。对于坡面存在的局部凹陷或凸起，要进行精准处理。凹陷处采用与周边土质相近的材料回填，并分层夯实，保证回填密实度；凸起部分则通过人工或机械方式削平，使坡面过渡自然、顺滑。在修整过程中，要严格控制坡面的平整度和坡度。利用水准仪、坡度尺等工具进行实时测量和校核，确保坡面各处的坡度偏差在允许范围内。同时，注意坡面与周边地形的衔接，保证坡面线条流畅、美观。修整完成后，对坡面进行再次清理，去除修整过程中产生的浮尘和碎屑，为后续护坡材料的铺设创造良好的条件。

2.4 护坡材料选择与铺设

护坡材料的选择与铺设是水利工程护坡工程的核心环节，对护坡的防护效果和使用寿命起着关键作用。在材料选择上，需综合考量工程地质、水文、气候等条件。若水流冲刷严重，宜选用强度高、抗冲刷能力强的材料，如混凝土预制块，其规格统一、坚固耐用；对于生态要求较高的工程，可选用生态护坡材料，如植生袋、三维植被网等，既能固土护坡，又能促进植被生长，实现生态防护。同时，要确保材料质量合格，具备相应的质量检测报告。铺设时，要严格按照设计要求进行。对于混凝土预制块，从坡脚开始，自下而上逐层铺设，确保块体之间拼接紧密、缝隙均匀，必要时可采用砂浆勾缝，增强整体稳定性。使用植生袋时，将配置好的种植土装入袋内，扎实封口，按设计坡度和排列方式码放，码放过程中注意保持袋体的稳定和坡面的平整。铺设完成后，及时进行检查和调整，确保护坡材料铺设质量符合标准，为水利工程的安全运行提供可靠保障。

2.5 排水设施施工

排水设施施工是水利工程护坡工程中保障坡体稳定、防止水土流失的重要环节。施工前，要根据护坡工程的设计要求和水文地质条件，精准确定排水设施的位置、尺寸和走向。常见的排水设施有排水沟、截水沟和盲沟等。对于排水沟和截水沟，先进行沟槽开挖，开挖过程中要严格控制沟槽的深度和宽度，确保其符合设计标准，同时注意保持沟槽边坡的稳定，避免出现坍塌现象。沟槽开挖完成后，对沟底和沟壁进行平整和夯实处理，为后续的排水设施安装或砌筑提供良好基础。若采用混凝土浇筑排水沟，要按照混凝土施工工艺进行操作，保证混凝土的强度和密实度；若采用块石砌筑，要选择质地坚硬、无裂缝的块石，并确保砌筑砂浆饱满，提高排水设施的稳定性[2]。

3 水利工程护坡工程施工难点

3.1 地质条件复杂

水利工程护坡工程常面临复杂多样的地质状况。不同区域的地质构造差异显著，有的地区存在软弱土层，其承载能力低、压缩性高，在护坡施工时，易因上部荷载作用产生较大沉降，导致护坡结构不均匀下沉，出现裂缝甚至破坏。还有的地方岩石风化严重，岩体破碎，节理裂隙发育，降低了坡体的整体稳定性。此外，地下水位的变化也会对地质条件产生影响，高地下水位可能引发土体软化、泥化，增加护坡施工的难度和风险，给工程质量与安全带来严峻挑战。

3.2 水文条件多变

水利工程所在区域的水文条件复杂且多变，这对护坡工程影响巨大。河流的水位会随季节和降雨情况大幅波动，洪水期水流速度快、冲刷力强，可能直接冲毁护坡结构；枯水期水位下降，又会使坡脚失去水流的顶托作用，引发坡体失稳。同时，水流中携带的泥沙、石块等在流动过程中会对护坡表面不断撞击、磨蚀，加速护坡的损坏。此外，波浪的反复作用也会使护坡承受交变应力，长期作用下易导致护坡材料疲劳破坏，影响护坡的耐久性。

3.3 施工环境恶劣

水利工程护坡施工环境往往较为恶劣。部分工程位于偏远山区，交通不便，大型施工设备和材料运输困难，增加了施工成本和难度。施工现场地形起伏大，场地狭窄，不利于施工机械的作业和材料的堆放。一些地区气候条件恶劣，如高温、严寒、大风、暴雨等，高温会使混凝土等材料水分蒸发过快，影响施工质量；严寒则可能导致材料冻胀破坏；大风和暴雨会干扰施工进度，甚至引发安全事故。

3.4 生态保护要求高

随着生态环保意识的增强，水利工程护坡工程面临着更高的生态保护要求。护坡施工可能会破坏原有的植被和生态系统，导致水土流失加剧、生物多样性减少。在施

工过程中，机械作业、人员活动等会对周边土壤、水体等造成扰动，影响生态环境质量。而且，护坡工程建成后，需要与周边自然环境相协调，不仅要发挥防护功能，还要具备良好的生态景观效果。因此，如何在护坡施工中最大程度减少对生态环境的破坏，实现工程建设与生态保护的有机统一，是当前护坡工程面临的重要难题[3]。

4 水利工程护坡工程施工解决措施

4.1 针对地质条件的解决措施

对于地质条件复杂的情况，施工前需开展详细的地质勘察，精准掌握地质结构、土质特性及地下水位等信息。若遇软弱土层，可采用换填法，将软弱土挖除，换填强度高、稳定性好的砂石等材料并夯实；也可运用注浆加固技术，向土体中注入水泥浆等浆液，提高土体强度和承载力。面对破碎岩体，先清理松动岩石，再采用锚杆支护或喷射混凝土等方式增强岩体整体性。针对地下水位变化问题，设置合理的排水系统，如盲沟、集水井等，降低地下水位，减少其对护坡的不利影响。同时，根据不同地质条件灵活调整护坡结构形式和施工工艺，确保护坡工程在复杂地质下稳定可靠。

4.2 应对水文条件的措施

为应对多变的水文条件，在洪水期来临前，对护坡进行加固处理，如增加护坡厚度、增设防护设施等，提高其抗冲刷能力。在护坡坡脚设置防冲刷结构，如抛石、石笼等，削弱水流对坡脚的冲刷。针对波浪作用，可采用消浪措施，如设置消浪块、防波堤等。枯水期时，及时对因水位下降可能出现的坡体失稳情况进行检查和加固。同时，建立完善的水文监测系统，实时掌握水位、流速、波浪等水文信息，根据监测数据及时调整施工方案和防护措施，确保护坡工程在不同水文条件下都能有效发挥作用。

4.3 改善施工环境的措施

为改善恶劣的施工环境，对于交通不便的偏远山区，合理规划运输路线，提前储备施工材料，采用小型灵活的运输工具进行材料转运。针对地形起伏大、场地狭窄的问题，优化施工场地布置，合理划分作业区域，确保施工机械和材料有序堆放。在恶劣气候条件下，合理安排施工时间，避开高温、严寒、大风、暴雨等时段，为施工人员配备必要的防护用品。对于施工现场的粉尘和有害气体，采取洒水降尘、安装通风设备等措施进行控制。同时，加强施工现场的安全管理，设置明显的安全警示标志，为施工人员提供安全可靠的作业环境。

4.4 满足生态保护要求的措施

为满足生态保护要求，在护坡施工中尽量减少对原有植被的破坏，施工前对周边植被进行详细调查和标记，施工时避开植被集中区域。采用生态友好的施工工艺，如植生护坡技术，在护坡上种植适宜的草本植物、灌木等，利用植物根系固土，同时增加生态景观效果。对于施工造成的裸露土地，及时进行绿化修复，选择本地物种进行种植，提高植被成活率。在护坡材料选择上，优先选用环保型材料，减少对环境的污染。此外，施工过程中产生的废弃物及时清理和妥善处理，避免对周边水体和土壤造成污染，实现护坡工程建设与生态环境的和谐共生[4]。

结束语

在水利工程施工体系里，护坡工程占据着关键地位，其施工质量关乎水利工程的整体稳定性与安全性。通过对护坡工程施工各环节的深入分析，从测量放样的精准把控，到基础处理、坡面修整的精细操作，再到护坡材料合理选择与铺设、排水设施科学施工，每一项技术要点都紧密关联着工程成效。未来，随着水利事业不断发展，护坡工程施工需持续创新技术、优化工艺，提升应对复杂环境的能力，以更高效、更环保的方式，为水利工程的长期稳定运行筑牢坚实根基，推动水利行业迈向新高度。

参考文献

[1]曹凌敏,王斌.水利工程中河道生态护坡施工技术研究[J].工程技术研究,2022,7(6):97-99.

[2]朱以明,陈允生,陆红.水利工程河道生态护坡施工技术[J]．珠江水运,2022(5):111-113.

[3]李勇.生态护坡技术在水利工程中的应用[J].河南科技,2021,30(13):43-45.

[4]王美容.水利工程中河道生态护坡施工技术探究[J].城镇建设,2021(7):175.