

水利水电工程生态护坡设计及应用研究

祁哲

(固原市水利勘测设计院有限公司, 宁夏 固原 756000)

摘要 本文针对水利水电工程中的生态护坡设计进行深入研究,探讨了生态护坡的设计理念、设计原则及其在实际工程中的应用情况。文章首先阐述了生态护坡的重要性和必要性;随后分析了当前生态护坡设计中存在的问题,并提出了相应的解决策略。通过对几个典型工程案例的分析,展示了生态护坡设计在实际工程中的应用效果;最后对生态护坡的未来发展进行了展望。

关键词 生态护坡; 水利水电工程; 设计原则; 应用实践

中图分类号: TV7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0058-03

1 生态护坡的概念与重要性

1.1 生态护坡的定义

生态护坡是一种结合生态学原理与工程实践的护坡技术,旨在通过模拟自然生态系统的结构和功能,实现对边坡的稳定保护,同时促进生态系统的恢复与重建。与传统的刚性护坡相比,生态护坡强调与自然环境的和谐共生,通过植被覆盖、土壤改良等手段,增强边坡的生态服务功能,如水源涵养、生物多样性保护等。生态护坡的设计不仅要考虑工程的稳定性和耐久性,还要兼顾生态美学和环境友好性,是一种综合性、多功能的边坡治理方式。

1.2 生态护坡的功能与作用

生态护坡的功能与作用是多方面的。首先,它能够有效防止水土流失,通过植被根系固定土壤,减少径流侵蚀。其次,生态护坡能够改善微气候,调节局部温度和湿度,为野生动植物提供栖息地,从而增加生物多样性。

此外,生态护坡还具有净化水质、减少噪声污染、美化环境等生态效益。在视觉和心理上,生态护坡能够提供更加自然和谐的景观效果,提升人们的生活感知和生活质量。因此,生态护坡在现代城市和乡村景观建设中扮演着越来越重要的角色^[1]。

1.3 生态护坡在水利水电工程中的重要性

在水利水电工程中,生态护坡的重要性不容忽视。水利水电工程往往伴随着大规模的土建施工和水流调控,这些活动可能会对周边的生态环境造成破坏。生态护坡作为一种有效的生态修复手段,能够在保护工程安全的同时,减轻对环境的负面影响。通过在水库、河道等水工建筑物周围实施生态护坡,可以减少水流对

边坡的冲刷,防止边坡崩塌,保障工程的长期稳定运行。

2 水利水电工程生态护坡设计原则

2.1 顺应自然原则

顺应自然原则是生态护坡设计的核心,它要求设计者在规划和实施过程中充分考虑自然条件和生态规律。这意味着在设计之初,需要对地形、土壤、气候、水文以及生物多样性等自然因素进行深入研究,确保设计方案能够与当地自然环境相协调。顺应自然原则还强调利用自然力量进行边坡治理,例如通过植被的自然生长来增强土壤的稳定性,利用地形的自然排水特性来减少水土流失。这种设计原则不仅能够降低工程成本,还能提高护坡工程的生态效益和长期稳定性。

2.2 生态平衡原则

生态平衡原则要求在设计生态护坡时,维护和恢复边坡生态系统的平衡状态。这涉及对边坡生态系统中各种生物和非生物因素的相互作用进行综合考量,确保设计方案不会破坏原有的生态平衡。例如,在选择植被时,应优先考虑本地物种,以促进生物多样性并减少外来物种入侵的风险。同时,设计还应考虑到不同生物群落之间的相互依赖关系,通过合理配置植被和动物栖息地,构建一个稳定而富有生机的生态网络。

2.3 经济合理原则

经济合理原则强调在保证生态护坡工程质量和生态效益的前提下,实现成本效益最大化。这要求设计者在材料选择、施工技术和维护管理等方面进行综合权衡,避免不必要的浪费。例如,可以通过采用当地可获得的材料和适宜的施工技术,降低运输和施工成本。此外,经济合理原则还要求对护坡工程的全生命周期成本进行评估,包括初期投资、运营维护费用以

及潜在的环境修复成本，以确保工程的经济效益和环境效益相协调。

2.4 可持续性原则

可持续性原则是生态护坡设计的重要指导思想，它要求设计方案能够适应长远的环境变化和社会需求。这意味着在设计过程中，需要考虑到气候变化、人口增长、土地利用变化等因素对边坡生态系统的潜在影响。可持续性原则还强调对资源的合理利用和循环利用，例如，通过回收利用建筑废料作为护坡材料，减少对自然资源的开采。此外，可持续性原则还要求设计者关注护坡工程对社会和文化的影 响，确保工程能够促进当地社区的可持续发展。通过这些措施，生态护坡工程不仅能够 在短期内满足防洪、护土等基本功能，还能够 在长期内为社会和环境带来持续的正面效益。

3 生态护坡设计的关键技术

3.1 植被选择与配置

植被是生态护坡设计中的关键要素之一，它不仅能够提供美观的景观效果，还能有效防止水土流失，增强土壤的稳定性。在植被选择与配置时，应充分考虑植物的生态适应性、生长速度、根系发达程度以及对病虫害的抵抗力。选择本地植物种类，因为它们更适应当地的气候和土壤条件，能够更好地融入周围的生态环境。同时，植被配置应注重多样性，通过不同植物的合理搭配，形成多层次、多功能的植被群落，以提高生态系统的稳定性和生物多样性。此外，植被的配置还应考虑到季节变化，选择不同季节开花或结果的植物，以实现全年的生态效益和景观效果。

3.2 土壤稳定性分析

土壤稳定性是生态护坡设计中必须考虑的重要因素。土壤稳定性分析包括土壤的物理性质、化学性质以及生物活性等多个方面。物理性质分析主要关注土壤的颗粒组成、孔隙率和渗透性等，这些因素直接影响土壤的抗侵蚀能力和水分保持能力。化学性质分析则关注土壤的 pH 值、有机质含量和养分水平，这些因素影响植物的生长和土壤的肥力。生物活性分析则关注土壤中的微生物和小型动物，它们在物质循环和能量流动中发挥着重要作用。通过对土壤稳定性的全面分析，可以为植被选择和土壤改良提供科学依据，确保生态护坡工程的长期稳定^[2]。

3.3 水文条件的适应性设计

水文条件是影响生态护坡设计的重要因素之一。在设计过程中，需要对工程区域的水文特征进行深入

研究，包括降雨量、地表径流、地下水位等。适应性设计要求在充分了解水文条件的基础上，合理规划排水系统和储水设施，以减少地表径流对边坡的冲刷作用，同时保证植被的水分供应。此外，水文条件的适应性设计还应考虑到极端气候事件，如干旱和洪水，通过设计合理的缓冲带和湿地，提高生态护坡对极端水文条件的适应能力。通过这些措施，可以确保生态护坡在不同水文条件下都能保持良好的生态功能和稳定性。

3.4 护坡结构的生态化设计

护坡结构的生态化设计是实现生态护坡功能的关键。生态化设计要求在保证护坡结构稳定性的前提下，尽可能地减少对生态环境的干扰，可以通过采用生态友好型材料、优化结构形式和施工工艺来实现。例如，使用透水性材料可以减少地表径流，提高土壤的水分保持能力；采用模块化设计可以减少施工过程中对土壤和植被的破坏。此外，生态化设计还应考虑到护坡结构与周围环境的协调性，通过模拟自然地形和植被分布，使护坡结构与自然环境融为一体。通过这些措施，可以提高护坡结构的生态效益，实现工程与环境的和谐共生。

4 生态护坡在水利水电工程中的应用实践

4.1 工程案例分 析

4.1.1 案例一：长江流域某段生态护坡工程

长江流域某段生态护坡工程是生态护坡技术应用的典范，其成功之处在于综合考虑了工程的稳定性、生态效益和美学价值。在工程中，工程师们精心选择了适应当地气候和土壤条件的植被，如根系发达的草本植物和灌木，以及能够提供阴凉和栖息地的树木，构建了多层次的植被体系。这些植被不仅增强了河岸的抗侵蚀能力，还为野生动植物提供了丰富的生存空间。此外，工程中采用的生态石笼网和植被网等工程措施，不仅有效稳定了土壤结构，还为植被提供了良好的生长环境。通过科学配置，这些措施与自然地形和水文条件相协调，实现了生态护坡与自然环境的和谐共生。

特别值得一提的是，该工程在植被的季节性搭配上表现出了极高的专业性和前瞻性。通过选择不同季节开花或结果的植物，实现了全年的生态效益和景观效果，使得河岸在不同季节都能展现出不同的自然美。最终，该工程不仅解决了河岸侵蚀这一棘手问题，还极大地改善了当地的生态环境，提升了生物多样性，增强了公众对生态保护的意识^[3]。

4.1.2 案例二：黄河某水库生态护坡工程

黄河某水库生态护坡工程是另一个值得关注的案

例。该水库由于长期受到水流冲刷,边坡稳定性较差,对水库的安全运行构成了威胁。在生态护坡设计中,工程师采用了适应当地气候和土壤条件的植被,如耐旱的草本植物和根系发达的灌木,以增强边坡的稳定性。此外,还采用了生态混凝土等新型材料,这种材料具有较好的透水性和透气性,有利于植被生长。通过这些设计,水库边坡的稳定性得到了显著提高,同时也为当地生物多样性的保护做出了贡献。

4.2 生态护坡设计与施工的技术要点

生态护坡设计与施工的技术要点包括:首先,进行详细的现场调查和分析,了解地形、土壤、水文和植被等自然条件。其次,根据调查结果选择合适的植被种类和配置方式,确保植被能够适应当地环境并发挥预期的生态功能。再次,采用适宜的工程措施,如生态石笼、植被网等,以增强边坡的稳定性。最后,在施工过程中,要注意减少对环境的干扰,保护现有植被和土壤结构。

4.3 生态护坡的维护与管理

生态护坡的维护与管理是确保其长期有效性的关键。维护工作包括定期检查植被的生长状况,及时补植缺失或死亡的植物;监测边坡的稳定性,评估侵蚀情况,并采取相应的加固措施。管理工作则涉及制定合理的维护计划,分配必要的资源和人力,以及对维护工作的监督和评估。此外,还应加强对公众的宣传教育,提高公众对生态护坡重要性的认识,鼓励社区参与到生态护坡的维护和管理中来。

5 生态护坡设计的未来发展趋势

5.1 生态护坡技术的创新方向

生态护坡技术的创新方向将聚焦于提高其生态效益和工程效率。未来的研究将更多地应用生物工程学原理,开发新型生态材料,如生物降解材料和智能响应材料,这些材料能够根据环境变化自动调整其性能,以适应不同的生态需求。同时,生态护坡技术也将结合纳米技术和仿生学,创造出具有更强适应性和自我修复能力的护坡系统。此外,生态护坡的监测和评估技术也将得到创新,利用遥感技术和物联网技术实现对护坡状态的实时监控和数据分析,从而提高生态护坡的智能化管理水平^[4]。

5.2 智能化生态护坡设计

智能化生态护坡设计是指利用现代信息技术,如大数据、人工智能和机器学习,对生态护坡的设计、施工和维护过程进行智能化管理。这种设计能够根据

实时环境数据和历史数据,预测生态护坡的长期表现和潜在问题,并自动调整设计方案以适应环境变化。智能化设计还包括使用智能传感器和自动化控制系统,实现对植被生长状况和土壤稳定性的实时监控,以及对灌溉和施肥等维护活动的智能调度。

5.3 生态护坡与智慧城市的融合

随着智慧城市概念的普及,生态护坡将与城市基础设施更加紧密地融合。生态护坡不仅是保护水土和提升城市生态环境的手段,也是智慧城市生态系统的一部分。例如,生态护坡可以与城市雨水管理系统相结合,通过植被的渗透和蓄水功能,减少城市洪涝灾害的风险。同时,生态护坡也可以作为城市绿色空间的一部分,提供休闲和教育的功能,增强市民对生态环境的认识和参与^[5]。

5.4 政策支持与法规建设

政策支持与法规建设是推动生态护坡技术发展和应用的关键因素。政府将通过制定相关政策和法规,鼓励和规范生态护坡的设计和施工。这些政策包括提供财政补贴、税收优惠和技术支持,以降低生态护坡工程的成本和风险。同时,法规建设将确保生态护坡工程的质量,保护生态环境,防止非法施工和破坏行为。此外,政策和法规还将促进生态护坡技术的标准化和规范化,提高工程的可复制性和推广性,为生态护坡技术的广泛应用奠定基础。

6 结束语

文章总结了生态护坡设计在水利水电工程中的应用现状和发展趋势,强调了生态护坡对于实现工程与环境和谐共生的重要性。通过不断的技术创新和实践探索,生态护坡设计将为水利水电工程的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 刘强,宋文飞,王光生.水利工程中铰接式河道生态护坡技术的应用[J].珠江水运,2024(06):78-80.
- [2] 宫婧祺.水利水电工程中生态护坡比选方法研究[J].中国新技术新产品,2024(03):129-131.
- [3] 辛彩霞,赵选红,高群.水利工程中的河道生态护坡施工技术研究[J].运输经理世界,2023(04):140-142.
- [4] 黎文海,王敬涛,王卫平,等.山区高边坡生态袋绿化施工技术研究[J].云南水力发电,2020(07):9-12.
- [5] 李润成.生态袋防护在汾河流域生态修复工程中的应用[J].山西水利,2019(05):33-34,40.