

# 水利工程水土保持中的生态护坡设计研究

张宽旭

宁夏大川众合勘测设计院有限公司 宁夏 银川 750001

**摘要：**在水利工程水土保持领域，生态护坡设计举足轻重。水利工程易引发水土流失，而生态护坡与之紧密关联，能有效防止流失、维护生态平衡。它有植物型、工程植物复合型、生态混凝土护坡等多种类型，各有特点。设计时需开展现场调查，合理选型布局并做好植物配置。科学开展生态护坡设计，可达成水土保持目标，保障工程安全，助力生态环境协调共进。

**关键词：**水利工程；水土保持；生态护坡设计

## 引言

水利工程对社会经济发展意义重大，但工程建设常引发水土流失，威胁工程安全效益，破坏周边生态。生态护坡创新地将植物与工程措施结合，构建生态护坡体系，可有效防止水土流失、促进生物多样性，实现工程与生态和谐。科学合理的生态护坡设计是水利工程水土保持关键，需综合考量多方面因素，合理选型布局，为工程及生态提供可靠保障。

### 1 水利工程水土保持与生态护坡的关联性

水利工程在防洪、灌溉、发电等众多领域发挥着不可替代的关键作用，有力地推动了社会经济的发展与进步。然而，在工程建设过程中，不可避免地会对原有的地形地貌产生改变<sup>[1]</sup>。大规模的土方开挖与填筑作业，直接破坏了地表植被，使得原本紧密的土壤结构变得松散，土壤的抗侵蚀能力大幅降低。而且，工程建设还会改变水流原有的路径和流速，水流对坡面的冲刷力显著增强，进而极易引发水土流失问题。倘若不采取行之有效的水土保持措施，不仅会严重影响水利工程自身的安全性和效益发挥，还会对周边的生态环境造成严重的破坏，如导致土地沙漠化、水质恶化等。生态护坡作为一种创新的护坡方式，巧妙地将植物措施与工程措施相结合，构建起一个具备生态功能的护坡体系。植物根系如同无数把小锚，能够牢牢地固结土壤，增强土壤的抗剪强度，有效减少坡面径流对土壤的冲刷。植被覆盖在坡面上，就像一层天然的保护伞，可以降低雨水对坡面的直接打击力度，减缓水流速度，增加雨水的下渗量，从而减少地表径流量。此外，生态护坡还能为各类生物提供栖息繁衍的场所，促进生物多样性的发展，维护生态系统的平衡与稳定，实现水利工程与生态环境的和谐共生、协调发展。科学合理的生态护坡设计是水利工程水土保持工作的关键环节。在设计过程中，需要全面综合

考虑工程所在区域的地质、气候、水文等自然条件，以及工程的功能需求和安全要求。通过合理选择护坡类型和进行科学布局，确保生态护坡既能切实有效地防止水土流失，又能与周边环境自然融合，充分发挥其生态景观功能。

## 2 生态护坡设计的主要类型与特点

### 2.1 植物型生态护坡

植物型生态护坡主要借助植物自身的生长特性来实现护坡功能，是一种较为自然、生态的护坡方式。常见的形式包括草皮护坡、灌木护坡以及草灌结合护坡。草皮护坡适用于坡度相对较缓、土壤条件良好的区域。通过在坡面种植草本植物，能够迅速形成植被覆盖层。草本植物生长周期短、繁殖速度快，能在短时间内覆盖坡面，有效减少雨水对土壤的直接冲刷，降低土壤侵蚀风险。灌木护坡则更适用于坡度较大、土壤较为贫瘠的区域。灌木的根系相较于草本植物更为发达，能够深入土壤深层，像锚一样固定土壤，固土能力极强。即使在恶劣的环境条件下，灌木也能较好地生长，为坡面提供稳定的防护。草灌结合护坡综合了草皮护坡和灌木护坡的优势。在不同坡度和土壤条件下，都能发挥良好的护坡效果。草本植物快速覆盖坡面，减少初期土壤侵蚀；灌木根系深入土壤，增强长期稳定性<sup>[2]</sup>。二者相互配合，形成多层次的植被防护体系。植物型生态护坡具有诸多优点，其成本较低，无需大量复杂的工程材料和施工设备；生态效益显著，能为多种生物提供栖息地，促进生物多样性的发展；施工简便，操作难度小，易于推广应用。然而，它也存在一定的局限性，初期防护效果相对较弱，植物需要一定的时间生长才能达到稳定的防护状态，在这期间坡面可能仍会受到一定程度的侵蚀。

### 2.2 工程植物复合型生态护坡

工程植物复合型生态护坡将工程措施与植物措施有

机结合,显著提高了护坡的稳定性。常见的形式有框格护坡、三维植被网护坡和土工格室护坡等。框格护坡是在坡面设置混凝土、浆砌石等框格结构,在框格内种植植物。框格能够约束土壤,防止坡面发生坍塌,同时植物的根系在生长过程中会增强土壤的抗剪强度,进一步提高坡面的稳定性。三维植被网护坡利用三维植被网作为植物生长的载体。网垫具有良好的柔韧性和附着力,能够紧密贴合坡面,固定土壤,防止水土流失。它为植物提供了良好的生长环境,促进植物快速生长,加速植被覆盖的形成。土工格室护坡通过土工格室填充土壤并种植植物。土工格室能够限制土壤的侧向位移,将土壤力量分散,提高坡面的整体稳定性。工程植物复合型生态护坡稳定性高,尤其适用于坡度较大、地质条件复杂的区域。但它的成本相对较高,需要投入较多的工程材料和施工费用;施工工艺也较为复杂,对施工人员的技术水平要求较高。

### 2.3 生态混凝土护坡

生态混凝土护坡是一种新型的生态护坡形式,采用多孔混凝土作为护坡材料,为植物生长提供空间。生态混凝土具有良好的透水性和透气性,能让雨水迅速渗透,减少坡面径流,降低雨水对坡面的冲刷力。其内部孔隙为植物根系生长提供了充足的空间,植物根系与混凝土相互交织,形成一个有机的整体,增强了护坡的整体稳定性<sup>[1]</sup>。生态混凝土护坡还具有良好的景观效果,能够与周边环境协调融合,提升工程的美观度。不过,生态混凝土的制备工艺要求较高,需要精确控制原材料的配比和施工工艺;成本相对较高,且对施工环境有一定要求,如温度、湿度等条件会影响混凝土的质量和植物的生长。

## 3 生态护坡设计的实施步骤与方法

### 3.1 现场调查与资料收集

生态护坡设计前,全面且深入的现场调查与资料收集是基石。这一环节涵盖地质、气候、水文、植被等多方面信息。地质勘察工作至关重要,需运用专业设备与技术手段,精准了解地层结构,明确不同土层的分布、厚度及性质,判断是否存在软弱夹层、断层等不良地质现象。同时,测定土壤的物理性质,如密度、孔隙率、含水量等,以及化学性质,如酸碱度、肥力等,为后续护坡形式选择与植物配置提供地质依据。地下水位情况也不容忽视,过高或过低的地下水位都会对护坡稳定性产生影响。气象观测要获取长期且准确的数据,包括降水量、气温、风速、风向等。降水量数据可帮助分析不同季节的降雨强度与频率,判断坡面可能遭受的雨水冲

刷程度;气温变化影响植物的生长周期与抗逆性;风速与风向则关乎风力对坡面的侵蚀作用以及植物防风固土的效果。水文测量需掌握水流速度、水位变化与水流方向等关键信息。水流速度直接影响对坡面的冲刷力,不同流速区域需采用不同抗冲刷能力的护坡形式;水位变化幅度大的区域,护坡设计要考虑水位涨落对结构与植物的影响;水流方向决定坡面受水流冲刷的主要部位,为护坡布局提供参考。植被调查要详细了解当地植物种类、分布与生长状况。记录自然生长的植物种类,分析其生态习性、适应性与固土能力,优先选择本地优势植物用于护坡,既能提高植物成活率,又能减少外来物种入侵风险。

### 3.2 护坡形式选择与布局

依据现场调查与资料分析结果,结合工程功能与安全要求,科学选择适宜的生态护坡形式。对于坡度较缓、土壤条件较好的区域,植物型生态护坡是理想选择。其利用植物根系固土与植被覆盖减蚀的原理,成本较低且生态效益显著。可根据具体情况选用草皮护坡、灌木护坡或草灌结合护坡等形式。在坡度较大、地质条件复杂的区域,工程植物复合型生态护坡或生态混凝土护坡更为合适。工程植物复合型护坡如框格护坡,通过混凝土、浆砌石等框格约束土壤,防止坡面坍塌,再在框格内种植植物,增强土壤抗剪强度;三维植被网护坡利用网垫固定土壤,为植物提供生长载体,促进植物快速覆盖坡面;土工格室护坡通过土工格室填充土壤,限制土壤侧向位移,提高坡面稳定性<sup>[4]</sup>。生态混凝土护坡则采用多孔混凝土,为植物生长提供空间,兼具透水性与稳定性。护坡结构布局要充分考虑坡面形状、长度与宽度等因素。对于长直坡面,可采用均匀分段布局,每段设置一定宽度的护坡结构,增强整体稳定性;对于弯曲坡面,要根据曲率半径调整护坡结构形式与尺寸,确保与坡面贴合紧密;对于不规则坡面,需进行灵活设计,采用多种护坡形式组合的方式,满足不同部位的防护需求。

### 3.3 植物配置设计

植物配置设计需综合考虑气候、土壤与水文条件,遵循生态学原理,构建稳定且美观的植物群落。采用乔、灌、草相结合的多层次配置方式。上层种植高大乔木,如杨树、柳树等,其树冠庞大,可为中下层植物提供遮荫环境,减少阳光直射与水分蒸发,同时发挥防风作用,降低风力对坡面的侵蚀;中层种植灌木,如紫穗槐、沙棘等,灌木根系发达,能深入土壤深层,增加植被覆盖度,有效固土,防止土壤流失;下层种植草本植物,如狗牙根、黑麦草等,草本植物生长迅速,能快速

形成植被覆盖,减少雨水对坡面的直接冲刷,降低土壤侵蚀风险。在植物种类选择上,要充分考虑植物的花期、果期与叶色搭配。选择不同花期与果期的植物进行搭配,可使护坡在不同季节呈现出丰富的色彩与景观变化,提高生态护坡的观赏性。同时,注重叶色搭配,将绿色、黄色、红色等不同叶色植物合理组合,营造出色彩斑斓的视觉效果。

### 3.4 施工图设计与技术交底

根据设计方案绘制详细施工图,施工图是施工的直接依据,需明确护坡结构尺寸、材料规格、植物种植位置与密度等关键要求。结构尺寸要精确标注,确保施工精度;材料规格要详细说明,包括材料的品种、强度等级、质量标准等;植物种植位置与密度要根据设计意图合理确定,保证植物生长空间与景观效果。施工图经审核通过后,组织施工单位进行技术交底。向施工人员详细讲解设计意图,使其理解生态护坡的功能与目标;明确施工工艺与质量要求,包括护坡结构施工方法、植物种植技术要点等,确保施工过程严格按照设计要求进行,保证工程质量。

### 3.5 施工过程监督与质量控制

施工过程中,加强监督与质量控制是确保生态护坡工程质量的关键。监理单位要定期检查施工进度与质量,建立完善的检查制度,按照施工规范与设计要求,对每一道工序进行严格检查。对关键工序与隐蔽工程,要进行重点检查与验收。关键工序如基础处理、护坡结构浇筑等,直接影响护坡的稳定性与安全性,必须确保施工质量符合标准;隐蔽工程如地下排水设施、锚杆安装等,在施工完成后难以检查,要在施工过程中进行全程监督,验收合格后方可进行下一道工序<sup>[5]</sup>。发现问题及时要求施工单位整改,对整改情况进行跟踪复查,确保问题得到彻底解决。

### 3.6 后期维护与管理

生态护坡建成后,后期维护与管理至关重要,直接

关系到护坡的长期稳定与功能发挥。

定期对植被进行修剪、浇水、施肥与病虫害防治。修剪可控制植物生长高度与形态,促进植物分枝与生长,保持植被整齐美观;浇水要根据气候与土壤湿度情况合理安排,保证植物生长所需水分;施肥可补充土壤养分,提高植物生长质量与抗逆性;病虫害防治要采用生物防治与物理防治相结合的方法,减少化学农药使用,保护生态环境。定期检查护坡结构稳定性,观察护坡是否有裂缝、沉降、滑坡等迹象。及时修复破损部位,对裂缝进行填充与加固,对沉降部位进行回填与压实,防止水土流失加剧。通过科学的后期维护与管理,确保护坡长期稳定发挥功能,实现水利工程水土保持目标。

### 结语

生态护坡设计于水利工程水土保持而言,意义非凡,是保障工程安全、维持生态稳定的核心举措。经科学调查摸清状况,精准选型适配需求,合理植配增添生机,严控质量确保成效,做好维护长久守护,进而构建稳固护坡体系,实现防流失、提景观、促生物多样。展望未来,需不断革新设计理念与技术,推动二者和谐共生,迈向可持续发展新征程。

### 参考文献

- [1]彭璨.水利工程水土保持中的生态护坡设计研究[J].低碳世界,2025,15(2):31-33.
- [2]马利苹.生态修复技术在水利工程水土保持中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(10):013-017.
- [3]孙潇奕.水利工程建筑物水土保持结构设计及优化策略研究[J].现代工程科技,2025,4(18):53-56.
- [4]乔守江.水利工程建设中的水土保持与生态环境保护研究[J].水上安全,2024(4):91-93.
- [5]杨敬.水利工程中生态护坡技术的应用研究[J].价值工程,2025,44(12):135-137.