

# 植被缓冲带种植技术要点研究

张家驹

中国建筑第八工程局有限公司 上海 200000

中建八局环保科技有限公司 上海 200000

**摘要:** 植被缓冲带作为一种基于自然解决方案的生态工程措施,在面源污染控制、水土保持、生物多样性保护等方面发挥着重要作用。本文系统阐述了植被缓冲带的概念内涵、功能机理与分类体系,从选址规划、植物配置、种植施工、养护管理及效果监测等环节,全面梳理了植被缓冲带种植技术的关键要点。研究表明:植被缓冲带对污染物的去除效率受带宽度、植被类型、土壤条件和径流负荷等因素综合影响,最佳宽度为15-30米;植物配置应遵循乡土优先、乔灌木结合、层次分明的原则,形成“乔木+灌木+草本”的立体结构;种植施工中应注重地形微整、土壤改良和合理的栽植密度控制;养护管理需建立“建植期精细管护—成林期生态管养”的分阶段管理模式;效果监测应综合采用水质监测、土壤分析和生态调查方法,构建全过程动态评估机制。本文旨在为植被缓冲带的规划设计与施工养护提供系统性的技术参考,推动生态护坡技术在工程实践中的规范化应用。

**关键词:** 植被缓冲带;生态护坡;植物配置;面源污染控制;种植技术

## 一、引言

### (一) 研究背景

随着我国生态文明建设的深入推进,基础设施建设与生态环境保护协调发展成为重要课题。在道路工程、河岸治理、农业面源污染控制等领域,传统的工程护坡措施虽能满足结构安全要求,但往往造成生态功能退化、景观效果单一等问题。

植被缓冲带是指利用植被的水土保持和污染物截留功能,在污染源与受纳水体之间设置的状植被区域。作为一种低影响开发技术,植被缓冲带能够通过植被截留、土壤吸附、微生物降解等机制,有效降低径流中的泥沙、氮磷营养物和农药等污染物负荷,同时具有固碳释氧、调节小气候、美化景观等综合效益。

近年来,植被缓冲带在公路边坡防护、河岸生态修复、农田面源污染控制等领域得到广泛应用。然而,植被缓冲带的建设涉及多学科知识,其种植技术体系尚缺乏系统性的规范指导,实践中存在植物选择不当、结构设计不合理、后期养护不到位等问题,制约了生态效益的充分发挥。

### (二) 研究目的与意义

本文旨在系统梳理植被缓冲带种植技术的关键环节,从选址规划、植物配置、种植施工、养护管理到效果监测,构建全过程技术要点体系,为工程实践提供科学依

据和技术指导。研究对于提升植被缓冲带建设的规范化水平、保障生态工程的长效性具有重要意义。

## 二、植被缓冲带的概念内涵与功能机理

### (一) 定义与分类

植被缓冲带是近年来生态学、环境科学与景观规划领域中的一个重要概念,它在控制面源污染、保护水环境和维持生物多样性方面发挥着不可替代的作用。从空间位置看,植被缓冲带通常位于农田、牧场、林地等陆域生态系统,以及与河流、湖泊、湿地等水域生态系统之间的过渡区域;根据其位置和功能,可分为以下类型:

**河岸缓冲带:** 位于河流、湖泊岸边,主要功能是拦截坡面径流中的污染物、稳定河岸、保护水生生态系统。

**道路缓冲带:** 沿公路、铁路等交通干线两侧布设,主要功能是吸收交通污染物、减少噪声、防止边坡水土流失。

**农田缓冲带:** 布设在农田与水体之间,主要功能是截留农业径流中的氮磷营养物和农药,减少农业面源污染。

**城市缓冲带:** 位于城市绿地与水体或道路之间,兼具生态防护和景观美化功能。

### (二) 污染物去除机理

植被缓冲带可高效拦截并吸附水流里的污染物,凭借植物根系的物理跟化学功能,氮、磷、重金属及农药

残留等污染物，迅速被吸收或依靠植物表面吸附。植物根系不仅可直接摄取水中的养分及有害物质，还借助分泌部分有机物质推动土壤中微生物的活动，由此进一步推动污染物的降解进程，植物的叶片、茎秆还给水流形成了阻碍，让水体中的悬浮颗粒及沉积物变少，增强了水体的去污能力，缓冲带土壤层的孔隙结构和有机物含量，极大影响着对污染物的吸附能力，增加了水体过滤的有效水平。

植被缓冲带主要通过物理、化学和生物过程的综合作用来去除污染物。其核心机理可归纳为以下几点：

#### 1. 物理截留与过滤

茂密的植被能有效降低地表径流速度，使水流中的悬浮颗粒物（如泥沙）因重力作用发生沉降。植物的茎叶和地表枯落物层则像一道滤网，直接拦截和过滤这些颗粒物，从而将附着在颗粒上的污染物（如磷、重金属和有机污染物）一同去除。

#### 2. 吸附与固定

（1）土壤吸附：缓冲带土壤中的黏土矿物、有机质等成分具有丰富的活性位点，可以通过离子交换、专性吸附等化学作用，将水中的铵态氮、磷酸根离子和部分重金属离子吸附并固定在土壤中。

（2）植物吸收与富集：植物根系直接从土壤水或间隙水中吸收氮、磷等营养盐，将其转化为植物组织的一部分。一些特定植物还能富集重金属，通过收割植物体将污染物从系统中移除。

#### 3. 生物降解与转化

（1）微生物降解：缓冲带土壤中活跃的微生物群落（如细菌、真菌）能将复杂的有机污染物（如农药、石油烃）分解为二氧化碳、水等无害物质，或将硝态氮通过反硝化作用转化为氮气，永久性去除。

（2）植物辅助：植物根系分泌有机物，为微生物提供碳源和栖息地，增强根际圈的降解活性，这一过程称为根际降解。

（3）功能影响因素：植被缓冲带的污染物去除效率受多种因素影响：

①植被类型：草本植物对地表径流中的悬浮物截留效果好，木本植物根系深，利于土壤稳定和养分吸收。乔灌木复合结构的缓冲带综合效益最优。草本植物根系密集，过滤效果好；乔灌木结合结构更稳定，功能更全面。

②带宽与坡度：足够的宽度和适宜的坡度是保证水力停留时间、充分发挥净化功能的关键。带宽是影响净

化效率的最关键因素。研究表明，15-30米宽的缓冲带对氮磷的去除率可达60%-85%，宽度过小则污染物截留不充分，过大会造成土地资源浪费。

③土壤性质：土壤质地、有机质含量、渗透性直接影响污染物的吸附和入渗能力。渗透性好的土壤利于下渗和污染物与介质的接触反应。

④坡度与坡长：坡度越大，径流流速越快，污染物滞留时间越短；坡长影响径流在缓冲带内的停留距离。

⑤径流负荷：污染物浓度高、径流量大时，缓冲带易饱和，处理效率下降。

简单来说，植被缓冲带就像一个“活的过滤器”，通过慢流沉降、土壤吸附和微生物分解等协同作用，有效净化径流污染。

### 三、选址与规划设计

#### （一）选址原则

植被缓冲带的选址应遵循以下原则：

1. 生态优先：优先选择生态敏感区域、水土流失易发区、水体水质保护重点区域布设缓冲带。

2. 因地制宜：根据地形地貌、土壤条件、水文特征确定缓冲带的布设位置和形式，充分利用自然地形，减少土方工程量。

3. 系统协同：将缓冲带与周边生态系统有机衔接，形成连续的生态网络，避免破碎化布设。

4. 功能导向：根据主要目标（污染控制、水土保持、生物廊道等）确定缓冲带的结构和规模。

#### （二）宽度设计

缓冲带宽度设计是规划的核心内容。我国《河岸缓冲带构建技术规程》推荐，一般河段缓冲带宽度宜为15-30米，重要水源保护区可达50米以上。道路缓冲带宽度应根据交通流量、边坡坡度和环境敏感度综合确定。

宽度确定可采用经验公式法： $W=Q \times C / (K \times S)$

其中，W为带宽，Q为设计径流量，C为污染物浓度，K为缓冲带净化系数，S为坡度修正系数。实践中常结合数值模拟和工程类比综合确定。

### 四、植物配置技术

#### （一）植物选择原则

植物是植被缓冲带的核心功能单元，选择适宜的植物种类至关重要。

乡土优先：优先选用适应当地气候土壤条件的乡土植物，具有成活率高、适应性强的特点，避免引入入侵物种。

根系发达：选择根系发达、固土能力强的植物，增强边坡稳定性。

耐淹耐旱：缓冲带不同部位的水分条件差异较大，需兼顾植物的耐淹性和耐旱性。

功能互补：综合考虑污染吸收能力、生长速度、管护需求等特性，实现功能协同。

景观协调：兼顾景观美学需求，合理搭配不同花色、叶色、季相变化的植物。

## （二）植物配置模式

乔灌草复合结构：研究表明，乔灌草复合配置对污染物的去除效果显著优于单一植被类型。乔木提供上层遮蔽，减少地表蒸发；灌木形成中层过滤，增加粗糙度；草本覆盖地表，有效截留悬浮物。推荐比例为乔木20%–30%、灌木30%–40%、草本30%–50%。

层次配置：在垂直方向上，应形成“地被层—草本层—灌木层—乔木层”的立体结构，不同层次交错覆盖，提高空间利用率。带状配置：在水平方向上，可采用“近路侧/水侧配置”模式。以河岸缓冲带为例，近水侧配置耐水湿的柳树、芦苇等；中带配置乡土乔木和灌木；远水侧配置耐旱的乔灌木。

### 1. 场地准备

清表与粗整：清除场地内的建筑垃圾、杂草根茎和石块，进行粗平整形。对坡度大于25°的边坡，应开挖台阶或设置锚固沟，增强植被层的稳定性。

地形微整：根据设计断面进行地形微整，形成微起伏地形，增加径流路径长度。可在坡面布设鱼鳞坑或水平阶，增强蓄水保水功能。

土壤改良：对土壤贫瘠区域，可掺入有机肥或种植土，改善土壤结构和肥力。对于黏重土壤，可掺入砂土或有机质，提高渗透性；对于砂质土壤，可掺入黏土或保水剂，增强保水能力。

### 2. 栽植技术

#### 乔灌木栽植：

栽植季节：宜选择春季或秋季，避开高温干旱和严寒季节。

苗木规格：乔木胸径3–6厘米，灌木高度50–80厘米为宜。

栽植密度：乔木株行距2–3米×2–3米，灌木株行距1–1.5米×1–1.5米。

栽植方法：挖穴规格应为根系直径的1.5–2倍，深度与苗木原土印齐平。回填土应分层夯实，浇足定根水。

#### 草本栽植：

播种法：适用于大面积建植。播种前精细整地，播种后覆土0.5–1厘米，镇压保墒。播种量一般为10–20克/平方米。

铺植法：适用于需要快速成坪的区域。草皮规格宜30厘米×30厘米，铺设时块间留缝1–2厘米，压实后浇透水。

喷播法：适用于陡坡等不易人工栽植的区域。将种子、粘合剂、保水剂、肥料等混合后，采用液压喷播设备喷洒于坡面，覆盖无纺布养护。

植生袋/生态袋技术：对于高陡边坡，可采用植生袋或生态袋技术。袋内填充种植土、种子和保水材料，沿坡面堆叠码放，形成稳定的植被生长基质层。

## 五、养护管理技术

### （一）建植期养护

建植期为栽植后至植被稳定覆盖的1–2年，是养护管理的关键时期。

水分管理：干旱季节应及时补水，每周浇水1–2次，保持土壤湿润。雨季注意排水，防止积水烂根。

杂草控制：建植期应定期清除竞争性杂草，可采用人工拔除或机械刈割方式，避免使用除草剂对植被造成伤害。

补植：对死亡或生长不良的植株，应及时补植同规格苗木，保证密度。

病虫害防治：加强监测，发现病虫害及时采取物理、生物或化学防治措施，优先采用生物防治。

### （二）成林期养护

成林期养护目标是维持植被群落稳定，保障功能持续发挥。

灌溉：成林植被具有较强的抗旱能力，可在极端干旱时进行补充灌溉。

施肥：根据土壤肥力和植物生长状况，适时补充肥料。宜采用缓释肥或有机肥，避免速效肥在雨季造成径流污染。

修剪与刈割：灌木和草本应定期修剪，控制高度，促进分枝和密度增加。修剪物应及时清理，避免覆盖植被影响生长。

植被更新：对老化退化区域，可通过补播、补植等方式进行更新复壮。

### （三）冬季与雨季管护

冬季管护：北方地区应关注越冬保护，对不耐寒植

物可采取覆盖、培土等措施。冬季枯草可不刈割，保留地表覆盖物，减少风蚀。

雨季管护：雨季前应检查排水系统，清理淤积，防止径流集中冲刷。暴雨后应及时修复损毁区域，补植冲毁植被。

### 结论

植被缓冲带作为一种基于自然的生态工程措施，在面源污染控制、水土保持和生态修复等方面具有显著效益。本文系统梳理了植被缓冲带种植技术的全过程要点，得出以下主要结论：

系统规划是前提。植被缓冲带的选址与规划设计应遵循生态优先、因地制宜、功能导向的原则，科学确定宽度和断面结构。最佳宽度一般为15-30米，断面应形成“截流—过滤—稳定”梯级体系。

植物配置是核心。植物选择应坚持乡土优先、根系发达、耐淹耐旱、功能互补的原则，采用“乔木+灌木+草本”的复合配置模式，形成立体结构和带状格局。乔灌木比例宜为20%-30%：30%-40%：30%-50%。

规范施工是保障。施工前应做好场地准备和土壤改良，乔灌木栽植应符合规范要求，草本建植可采用播种、

铺植或喷播方式，高陡边坡可采用植生袋技术。

精细养护是关键。建植期应加强水分管理、杂草控制和补植，确保成活率；成林期应定期修剪、施肥和更新，维持群落稳定。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国生态环境部. 河岸缓冲带构建技术规范 (HJ 2009-2021) [S]. 北京：中国环境科学出版社，2021.
- [2] 王庆成，李永亮. 河岸缓冲带对农业面源污染的截留效应研究 [J]. 生态学报，2020，40 (15)：5246-5255.
- [3] 张建春，彭补拙. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建 [J]. 生态学报，2019，39 (8)：2856-2864.
- [4] 刘文娟，杨晓晖. 植被缓冲带对径流中氮磷去除效果的研究进展 [J]. 水土保持通报，2021，41 (3)：312-320.
- [5] 李冬林，张纪林. 河岸植被缓冲带的功能及其调控 [J]. 水土保持学报，2018，32 (4)：1-8.
- [6] 陈利顶，傅伯杰. 河流廊道生态恢复与景观设计 [J]. 生态学杂志，2019，28 (12)：2485-2492.
- [7] 张维，李海东. 道路边坡植被恢复技术研究进展 [J]. 公路交通科技，2020，37 (5)：145-152.