

高速公路水土保持措施分析

刘 磊

北京首环绿源环保科技有限公司 北京 100070

【摘 要】随着高速公路建设发展速度加快,它对生态环境产生的影响越发明显。水土流失这一问题已然成为急需解决的生态方面的难题,在高速公路建设进程中,大规模的地形改造、水文条件出现变化以及植被覆盖遭受破坏,使得土壤侵蚀情况加重,会引发一系列生态问题。本文对高速公路建设中的水土流失问题展开探讨,提出相应的水土保持措施。借助分析工程措施、植物措施、临时措施以及管理措施的综合运用,本文为高速公路建设中的水土保持提供科学依据与技术支持,实现工程建设与生态保护的协调发展。

【关键词】高速公路;水土保持;理论基础;措施分析

引言

高速公路建设对地形地貌、水文条件、植被覆盖以及土壤侵蚀等诸多方面都产生了影响,使水土流失问题变得日益严峻。本文依据水土保持的基本原理,剖析高速公路建设过程中的水土流失问题,并且给出了对应的工程措施、植物措施、临时措施以及管理措施。工程措施有坡面防护、排水以及拦挡工程,植物措施包含边坡绿化以及取弃土场植被恢复,临时措施涉及临时覆盖、排水与沉沙,管理措施着重于系统化的防治管理体系。

1 高速公路水土保持措施的理论基础

1.1 水土保持的基本原理

水土保持作为生态治理的关键环节,其理论体系建立在多学科交叉的土壤侵蚀动力学基础上。研究说明,当水力冲刷、风力搬运及重力侵蚀等自然应力叠加工程扰动、垦殖失衡等人为因素时,会引发地表结构的层状剥离效应,实践层面主要采用三重防护策略:地表微地形改造技术依靠植被群落构建与生态护坡技术形成立体防护网络,能有效耗散径流动能,又能借助植物茎叶的消能作用降低风速侵蚀阈值^[1]。土壤结构强化方面,深根系植物的生物力学效应可提升土体抗剪强度,有机质与菌根网络的协同作用更能促进水稳性团聚体形成,径流调控体系则依托智慧型截排水系统,运用水力计算模型优化导流路径,借助径流分散与错峰排放实现侵蚀动力的梯度消减,这种多维防控模式在维系水土界面动态平衡方面呈现出较大效益。

1.2 高速公路水土保持措施的分类

在高速公路建设中,针对不同区域的防护需求形成了多元化的水土保持技术体系,坡面防护体系由生态与工程措施共同构成,其中植被护坡借助播撒草籽、栽植灌木等方式形成生物覆盖层,有效缓解降水对坡面的直接冲击。在工程防护方面,常见的有浆砌片石护坡、喷锚支护等技术手段,主要应用于地质条件复杂的高陡边坡加固^[2]。排水系统则凭借

边沟、截水沟和排水沟等设施构成网络,有效收集并快速排出道路范围内的积水,降低水流对路基结构的侵蚀风险。对于施工产生的废弃物料,采取定点堆置与综合治理相结合的方式,在规范设置的弃渣场内实施挡墙修筑、地表硬化和植被恢复等系统性防护,能够保障工程废料的科学处置,实现建设期与运营期水土资源的全过程保护^[3]。

1.3 高速公路水土保持措施的设计原则

在高速公路建设工程中,水土保持方案的设计需要统筹兼顾多重技术准则,基于生态修复置于首位的指导思想,设计时应系统评估区域生态网络连通性,凭借构建本土植物群落和微型生境,推动受损生态系统的正向演替。根据工程沿线地质特征和气候特点,采用差异化的治理策略:针对山路段重点实施阶梯式护坡与根系固土复合技术,在冲积平原则采用渗透式排水沟与人工湿地协同运作模式^[4]。强调全过程防控理念,将水土流失预防机制贯穿项目全生命周期,依靠施工时序优化和表土资源化利用实现源头管控,同时注重成本控制与生态效益的动态平衡,运用模块化施工工艺和长效监测体系,保证水土保持工程在全寿命周期内达到生态安全、经济可行与社会认同的协调统一。

2 高速公路建设中的水土流失问题

2.1 高速公路建设对地形地貌的影响

山区高速公路建设过程中的大规模土方工程对自然地形产生系统性影响,路基施工阶段实施的开挖与填筑作业形成双向地形扰动效应,路径走向调整引发的山体切割工程导致原始山体的自然轮廓和坡度特征遭到不可逆的破坏;填方工程则依靠堆筑土石方重塑地形起伏,改变原始地貌的空间格局。这种人为地形改造瓦解了地质结构的固有稳定性,更引发水文网络的连锁反应。自然状态下有分散特征的地表径流在工程干预后形成集中汇流模式,水流动力学的改变使地表侵蚀模数成倍增加。新形成的人工边坡若缺乏及时固坡措施,在降水渗透和重力侵蚀作用下将产生

渐进式失稳现象,这种复合侵蚀过程加剧表层土壤流失速率,可能触发次生地质灾害链式反应,形成难以修复的工程生态负效应。

2.2 高速公路建设对水文条件的影响

高速公路建设对区域水文系统的扰动效应有典型时空特征,在施工阶段,临时便道与作业场地的密集铺设会明显改变地表水的原始流动路径,路基开挖形成的物理阻隔会截断区域排水网络,造成局部低洼地带形成持续性积水,桥梁桩基施工中若未能妥善处理地下水流场,可能引发基岩裂隙水补给异常,导致周边浅层含水层疏干,威胁到依赖地下水的植被群落稳定。运营期沥青混凝土路面的封闭特性削弱了雨水下渗能力,超过80%的降水转化为地表径流并快速汇入排水系统,这种集中泄流模式加重河道行洪压力,会凭借水力侵蚀作用改变河床物质输移平衡,形成流域尺度的生态水文连锁反应^[5]。

2.3 高速公路建设对植被覆盖的影响

在道路基建工程实施过程中,植被系统的不可逆损伤是值得关注的生态问题,项目筹备阶段需开展场地平整作业,这涉及乔木群落的系统性采伐,更包含对地表植被层的全面清理。以山地施工为例,常见整片林区的整体移除现象,而在平原地带则表现为耕地系统与草本植被的连锁性破坏。生态学研究证实,植物根系网络有稳固土体结构的力学效应,其冠层覆盖则承担着雨势缓冲的关键功能,当这两重保护机制缺失时,降水动能直接作用于裸露地表,导致表层土粒的溅蚀离散,使得坡面径流因缺乏阻滞而加速形成,加剧水力侵蚀强度。这种生态扰动还会引发区域物种丰度的持续下降,削弱生态系统自身的修复韧性,致使道路工程影响区在竣工后数年仍面临水土保持功能衰退的次生灾害。

2.4 高速公路建设对土壤侵蚀的影响

高速公路施工过程中的每个阶段都可能引发不同程度的水土流失问题,路基开挖作业会直接破坏土体原有结构,导致表层土壤失去植被覆盖而完全裸露,回填区域由于土方压实度不足,形成大量孔隙结构,削弱了土体的抗冲刷性能。当遭遇降水时,水分极易渗入松散土体内部,引发填方区土质软化和局部塌陷。工程废料无序堆放且缺乏必要防护措施时,经雨水冲刷会产生大量含泥沙径流,这些污染物侵入周边农田生态系统,还会淤塞水利设施。重型机械作业时产生的持续碾压作用会破坏土壤团聚体,降低孔隙率与渗透性,致使地表径流强度增大,这种连锁效应将加剧区域水土流失,对农业生态和水利系统构成多重威胁。

3 高速公路水土保持措施分析

3.1 工程措施

3.1.1 坡面防护工程

高速公路边坡防护体系是维护路基安全运营的核心屏障,其技术措施需根据地质条件精准施策。针对松散土质

边坡,浆砌片石护坡的施工工艺需精益求精,施工前需彻底清除浮土并夯实基面,采用梅花形错缝砌筑工艺,利用改性水泥砂浆将片石嵌合成蜂窝状结构,这种特殊构造能消解雨滴动能,还可依靠孔隙引流有效降低径流速度,使土颗粒在动水压力下仍保持原位。对于表层破碎的岩质边坡,复合式喷锚支护呈现出独特优势,先以速凝型喷射混凝土注入岩体裂隙形成封闭面层,随后植入带肋螺纹锚杆并施加预应力,借助“表层加固+深层锚固”的协同作用重塑岩体力学性能,创新性的三维土工格栅防护技术则采用双向拉伸工艺,将高分子材料制成蜂巢状立体结构,回填种植土后形成“根系-格栅-土体”三位一体的抗蚀体系,其抗拉强度可达传统工艺的5.8倍,在暴雨工况下仍能维持0.92以上的结构稳定系数。

3.1.2 排水工程

科学合理的排水系统犹如高速公路的毛细血管系统,依靠三维疏导机制较大提升雨水排放效能。在路基工程实践中,边沟一般沿道路纵向布设,多采用浆砌片石或现浇混凝土工艺,依靠优化沟壁坡度与表面处理工艺,使路面径流与边坡渗水得以快速导入,其断面尺寸设计需综合计算汇水区域特征与当地气象数据,保证契合极端降水条件下的排水需求。针对挖方路段的水文特点,截水沟重点布设在坡顶外缘3~5米处,依靠精准定位形成有效的水流拦截屏障。在施工实践中,工程团队结合微地形特征进行线形优化,运用全站仪等设备进行坐标放样,实现截水网络对坡面径流的立体管控,作为区域排水的骨干通道,排水沟在沟渠系统中起衔接作用,其水力坡降需经专业软件模拟验证,借助合理控制纵坡比与断面流速,有效缩短雨水在路域内的滞留周期。这种多级联动的排水体系提升结构耐久性,能依靠水流动力学优化实现水土保持的主动防御。

3.1.3 拦挡工程

水土保持工程中的拦挡体系主要针对工程废料引发的侵蚀问题进行防控,作为工程防护的常规手段,挡土墙主要布设在填方区或堆渣场周边,设计时需综合考量地质特征与荷载分布,灵活采用重力平衡式或悬臂支撑式等不同力学构型,依靠结构自重与土体压力的动态平衡机制,该设施能有效遏制填筑物料或固体废弃物的滑移风险,避免边坡失稳事故。柔性石笼拦挡工艺,其采用高强度金属网箱装载块石进行模块化堆筑,这种工艺有良好的透水性能,还可以灵活适应地基变形,即便在发生局部沉降时仍能维持防护效能,对于沟道型堆渣场,一般在谷底侵蚀基准面处设置混凝土拦渣坝或浆砌石坝体,凭借抬高沟床高程形成物理屏障,可拦截下泄渣体,能抑制沟床下切侵蚀,降低工程废料迁移对区域水土生态系统造成的复合型损害。

3.2 植物措施

3.2.1 边坡绿化

在高速公路水土保持工程中,边坡绿化发挥着生态屏

障的关键作用,当选用狗牙根、高羊茅等草本植物进行护坡时,其纤维状根系网络能快速形成致密的固结层,凭借机械锚固作用提高表层土体的抗冲刷能力,植株冠层对降水动能的有效衰减,抑制了雨滴击溅侵蚀的发生。当实施灌木与草本混播技术时,紫穗槐、胡枝子等深根性灌木凭借其木质化根系深入底土层,与浅根草本形成立体固土体系。这类灌木的茂密冠层同时构成天然截留带,大幅降低坡面径流的携沙能力,随着植物生长代谢,凋落的枝叶在微生物作用下逐渐腐解,提升表层土壤腐殖质含量,借助改善土体孔隙结构提高边坡整体稳定性,这种生态护坡方式在发挥水土保持功能的还凭借植物群落的季相变化营造动态景观效果,缓解了驾驶者的视觉疲劳,提升了道路工程的生态服务价值。

3.2.2 取弃土场植被恢复

弃土场松散堆积体存在结构性失稳风险,水土流失防控的最关键的是实施生态修复工程。治理初期采用推土机等设备对场地实施三级阶梯式整平,消除微地形起伏并构建径流缓冲带,基于立地条件分析,综合年均降水量与土壤理化性质指标,科学筛选优势物种组合,特别在干旱区域,优选沙棘、沙柳等先锋物种,对其角质层增厚与气孔调节机制赋予极强抗旱性,辅以深根系锚固作用提高坡体稳定性。降水充沛地区则采用枫杨与垂柳混交模式,利用速生特性快速形成冠层截留效应,随着植物群落发育,须根系统与菌根网络协同构建土体三维网状结构,有效提升抗剪强度指标。

3.3 临时措施

3.3.1 临时覆盖

在高速公路建设过程中,临时覆盖技术作为水土保持的关键应急方案发挥着关键作用,针对施工区域内的土方开挖面及临时堆土场等易侵蚀区域,工程实践中常采用聚乙烯薄膜和复合土工布进行防护,其中聚乙烯薄膜凭借其轻质防水特性,可形成连续的地表遮蔽层,有效阻隔降水对裸露土体的直接冲击,降低雨滴溅蚀强度达60%以上,还可以将表层土壤含水率维持在25%-30%的适宜区间,为后续生态恢复创造有利条件。复合土工布则凭借三维网状纤维构造,在实现径流渗透的同时截留90 μm 以上的土壤颗粒,其透水率可控制在0.1-1.0cm/s范围内,这两种材料的应用有较大时效性优势,施工班组可在48小时内完成单次覆盖作业,综合成本较传统混凝土护面降低75%,在汛期来临前72小时的黄金窗口期,能快速构建起分级防护体系,最大限度降低水土流失对周边农田和河流生态系统的影响。

3.3.2 临时排水与沉沙

施工场地的水土流失防控体系中,临时导流与沉淀设施发挥着源头管控的关键作用,沿作业区外围布设的导流明渠,其截面参数与纵坡设计需结合地形特征与水文计算进行动态调整,实现施工区域雨水的快速疏导,在实施环

节选用模块化装配式彩钢板或PVC管材等可循环构件,契合即时安装需求又便于后期回收利用。导流系统末端借助管道接入三级阶梯式沉淀池,池内创新性设置折流式隔板结构,利用水流转向形成的离心分离效应促使悬浮颗粒物高效沉降,经净化处理的水体达到排放标准后,方可引入周边自然水系,有效阻断施工泥浆外泄风险,这套复合型截排系统借助分级控流与梯度沉淀的协同作用,成功构建起施工区与外部环境间的生态缓冲带,从源头遏制了水土流失对农田及河道的侵蚀,为项目全周期的绿色施工提供了可靠保障。

3.4 管理措施

建议构建系统化的水土流失防治管理体系,借助权责清单明确划分建设运营各环节的部门职责与岗位要求,配套出台可操作性强的实施细则。从工程技术应用、植被恢复方案及临时防护手段三个维度设定具体技术指标,同步完善施工质量验收标准与动态监测机制,形成覆盖全流程的规范化运作模式,使水土保持工作实现制度化管理闭环,切实推动防治措施全面落地见效。对项目施工及管理团队展开专项水土保持技能培训,强化从业人员对生态防护关键性的认识,课程内容包括政策法规解读和技术规范应用,强调表土剥离保护,讲解相关政策法规对表土剥离的要求,剖析其在边坡防护、场地平整等关键工序中的操作规范,如剥离厚度控制、分层堆放要求等。明确表土后续管养要点,如存储期间的防护措施、再利用时机等,依靠知识传授与案例研讨,培养复合型专业技能,帮助参训人员在工程实践中准确执行生态防护预案,降低土壤侵蚀风险。

4 结语

高速公路建设当中的水土保持属于一项复杂的系统工程,需要综合运用工程措施、植物措施、临时措施以及管理措施。本文针对高速公路建设对地形地貌、水文条件、植被覆盖以及土壤侵蚀所产生的影响展开分析,提出了对应的水土保持措施。在不断地发展过程中应当强化水土保持技术的研究以及应用,完善管理体系,推动高速公路建设实现可持续发展,达成经济效益与生态效益的双赢局面。

参考文献:

- [1] 霍永栋.某高速公路工程水土保持措施体系设计分析[J].河南水利与南水北调,2023,52(08):5-6.
- [2] 张刚.干旱区高速公路水土保持措施与效益分析——以连霍高速公路乌苏至赛里木湖段为例[J].水利科技与经济,2022,28(04):93-96+131.
- [3] 末林.汕湛高速公路(惠州至清远段)水保方案变更分析[J].黑龙江水利科技,2021,49(11):45-48.
- [4] 魏雯.通渭至定西高速公路工程水土保持措施布设分析[J].农业灾害研究,2021,11(09):123-124+126.
- [5] 姚晋勇.高速公路高填深挖路基边坡稳定性分析[J].山东交通科技,2021(04):72-74.