

高速公路工程

水土保持植物措施设计关键技术

张海强 李婧 安乐平 岳新发 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高速公路工程

水土保持植物措施设计关键技术

张海强 李婧 安乐平 岳新发 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书总结了国内外高速公路工程水土保持植物措施配置的相关研究,阐述了高速公路工程水土保持植物措施配置的理论基础,分析了水土保持植物措施防护功能,提出了水土保持植物措施选择原则,提出了水土保持植物措施配置原则及方案,并结合开发建设项目水土保持设施技术评估,对高速公路工程水土保持植物措施评估、高速公路工程水土保持植物措施配置进行了案例分析。

本书对于高速公路工程的水土保持方案设计、验收评估、技术管理等均具有指导意义,可供相关从业人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

高速公路工程水土保持植物措施设计关键技术 / 张海强等编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5170-0388-5

I. ①高… II. ①张… III. ①高速公路—水土保持—植物—栽植配置—技术措施 IV. ①S157.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第281827号

书 名	高速公路工程水土保持植物措施设计关键技术
作 者	张海强 李婧 安乐平 岳新发 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	145mm×210mm 32开本 8.75印张 350千字
版 次	2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷
印 数	001—500册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

本书编委会

编 著 张海强 李 婧 安乐平

岳新发

主要编写人员 谢登举 何秀红 李 莹

秦瑞杰

前 言

水土流失既是资源问题，又是环境问题，是人与自然不和谐的重要表现。水土流失状况是衡量水土资源和生态环境优劣程度的重要指标。众所周知，我国是世界上水土流失最严重的国家之一，特别是随着我国现代化、工业化和城镇化进程的加快，为了适应我国国民经济和社会全面发展的需要，公路尤其是高等级公路建设取得了飞速发展，对地表产生强烈的扰动，进一步加剧了水土流失。加快水土流失尤其是人为新增水土流失的防治进程，改善生态环境，不仅是全面建设小康社会，构建社会主义和谐社会，建设资源节约型、环境友好型社会，推进生态文明建设的重要内容，也是 21 世纪我国国民经济和社会可持续发展面临的一项重大而紧迫的战略任务。

高速公路工程水土保持措施是以“工程与环境”这对矛盾为对象，基于生态可持续发展原则来调节与控制其对立统一关系的发生与发展。高速公路工程水土保持措施应严格按照以防为主、防治结合、综合治理；实行同时设计、同时施工、同时投入运营的原则加强环境管理。水土保持工程措施中，最具可持续性发展的无疑就是进行高速公路绿化。高速公路绿化是利用乔木、灌木、花草合理地覆盖高速公路两侧边坡以及沿线空地等一切可绿化的公路用地。其目的是通过绿化恢复由于建设对自然植被、水土

资源等造成的破坏，延长公路的使用寿命；形成良好的声屏障，降低交通噪声；加固边坡，防止水土流失，保持路基稳定；诱导视线，防眩遮光，确保行车安全；改善道路景观，美化环境等。

高速公路绿化不仅仅是简单的恢复植被，更是生态效益与景观效益两方面的科学结合。本书总结了国内外高速公路工程水土保持植物措施配置的相关研究，阐述了高速公路工程水土保持植物措施配置的理论基础，分析了水土保持植物措施防护功能，提出了水土保持植物措施选择原则，提出了水土保持植物措施配置原则及方案，并结合开发建设项目水土保持设施技术评估，对高速公路工程水土保持植物措施评估、高速公路工程水土保持植物措施配置进行了案例分析。成果对于高速公路的水土保持方案设计、验收评估、技术管理等均具有指导意义。

本书各章编写人员为：第一章由李婧编写；第二章由李莹编写；第三、六章由安乐平编写；第四、五章由张海强编写；附录由何秀红编写。全书由岳新发统稿。

由于书稿资料量大，编撰时间仓促，编者水平有限，书中难免有欠妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2012年8月于北京

目 录

前言

第一章 高速公路工程水土保持植物措施建设概述 ·····	1
第一节 高速公路基本概念 ·····	2
一、相关定义·····	2
二、高速公路水土保持植物措施及布设原则·····	3
三、高速公路工程水土保持植物防护功能·····	6
第二节 国内外高速公路及绿化发展概况 ·····	7
一、国内外高速公路发展概况·····	7
二、国外公路工程植被建设概况·····	12
第三节 高速公路绿化作用 ·····	15
一、对改善社会、经济影响的作用·····	15
二、对改善生态环境影响的作用·····	16
三、对改善大气环境影响的作用·····	18
四、对改善声环境影响的作用·····	19
第四节 高速公路建设与土壤侵蚀 ·····	20
一、公路土壤侵蚀类型划分·····	20
二、公路土壤侵蚀形式·····	23
第二章 高速公路工程水土保持植物措施效应的基础理论 ·····	29
第一节 植物护坡机理 ·····	29
一、草本植物根系分布特征·····	30
二、木本植物根系分布特征·····	32
三、截留降雨·····	34
四、削弱减蚀·····	35
五、抑制地表径流·····	36
第二节 土壤学理论 ·····	37

一、土壤的物理特性	37
二、土壤的水、气、热状况	41
三、土壤的化学特征	47
第三节 生态学理论	53
一、限制因子原理	53
二、与空间有关的生态原理	55
三、生物多样性原理	56
四、自生原理	58
第四节 美学理论	60
一、环境美学	60
二、景观美学	63
第三章 高速公路工程水土保持植物措施选择	65
第一节 植物群落类型选择	65
一、群落类型	65
二、适宜植物群落	66
三、调查内容与方法	67
第二节 植物种类的筛选	67
一、思路与原则	67
二、常用草种的选择	74
三、常用灌木的选择	77
四、播种量的确定	81
第三节 水土保持植物措施选择中应注意的问题	86
一、科学具体施工顺序	86
二、塑造和谐生态系统	87
三、统筹工程植物措施	87
四、选择适宜植物种类	88
第四章 高速公路工程水土保持植物措施配置	90
第一节 高速公路工程绿化立地条件分析	90
一、立地条件分析	90
二、种植前土壤准备	92

第二节 绿化功能和技术要求	94
一、绿化功能要求	94
二、绿化技术要求	94
第三节 高速公路工程水土保持植物措施配置模式	96
一、中央分隔带	96
二、边坡	100
三、两侧预留绿化带	105
四、互通立交区	107
五、服务区绿化	109
第四节 高速公路工程水土保持植物措施配置	110
第五章 高速公路工程水土保持植物措施管护技术	113
第一节 灌溉施肥与修剪	113
一、灌溉	113
二、施肥	115
三、修剪	116
第二节 病害防治	117
一、病害类型	117
二、病害防治	120
三、草坪主要病害及防治	121
第三节 虫害防治	127
一、地下害虫防治方法	128
二、地上害虫防治方法	130
第四节 杂草防治	131
一、农业防治	132
二、物理机械防治	132
三、化学防治	132
第六章 高速公路工程水土保持植物措施配置案例分析	136
第一节 湖南省常德至张家界高速公路水土保持设施 验收植物措施组评估意见	136
一、水土保持分区及防治责任范围	136

二、植物措施实施情况	139
三、植物措施检查	143
四、水土保持功能评价	162
五、结论与建议	163
第二节 二河国道主干线新街至河口公路水土保持设施	
验收植物措施组评估意见	165
一、水土保持分区及扰动范围	165
二、植物措施实施情况	167
三、植物措施检查	170
四、水土保持功能评价	182
五、结论与建议	183
附录	184
附录 1 高速公路工程建设主要植物种生态习性	
及应用功能	184
一、常绿乔木	184
二、落叶乔木	187
三、常绿灌木	193
四、落叶灌木	197
五、地被草花类	200
六、禾本科草坪草类	202
七、藤蔓类	202
八、竹类(禾本科)	203
附录 2 水土保持设施验收技术评估	205
第一节 技术评估的有关要求	205
第二节 技术评估工作流程及工作方法	214
第三节 水土保持设施验收技术评估报告编写	237
第四节 不同类型开发建设项目评估重点	259

第一章 高速公路工程水土保持植物 措施建设概述

高速公路是一个系统工程，它要占用大量的土地，并影响天然的植被、地形、水系等，特别是在高速公路营运期间车辆排放的尾气以及产生的噪声、振动，将会给生态环境带来长期的不利影响。高速公路施工期所造成的环境问题主要表现为非污染型生态环境影响。例如：选线不当会破坏沿线生态环境；防护不当会造成水土流失、坡面侵蚀与泥沙沉淀等；公路建设会破坏路域自然风貌；施工造成污染等。高速公路通车营运期间的环境问题，主要是对沿线地区居民及动植物的生活环境造成影响，如汽车尾气污染空气，车辆噪声对沿线动植物生活造成影响，服务区污水及路面径流对水环境的污染等。基于高速公路所带来的环境影响，进行环境保护已经成为急需解决的问题。

高速公路工程水土保持措施是以“工程与环境”这对矛盾为对象，基于生态可持续发展原则来调节与控制其对立统一关系的发生与发展。高速公路工程水土保持措施应严格按照以防为主、防治结合、综合治理；实行同时设计、同时施工、同时投入运营的原则加强环境管理。水土保持工程措施中，最具可持续发展特征的无疑就是进行高速公路绿化。高速公路绿化是利用乔木、灌木、花草合理地覆盖高速公路两侧边坡以及沿线空地等一切可绿化的公路用地。其目的是通过绿化恢复由于建设对自然植被、水土资源等造成的破坏，保护和改善环境。高速公路绿化不但可以调节气候，延长公路的使用寿命，而且还能净化空气，改善大气环境；形成良好的声屏障，降低交通噪声；加固边坡，防止水土流失，保持路基稳定；诱导视线，防眩遮光，确保行车安全；改善道路景观，美化环境等。因此，高速公路绿化不仅仅是简单的恢复植被，更是生态效益与景观效益两方面的科学结合。

本章对比了国内外高速公路建设情况，国内外高速公路水土保持植物措施建设情况；分析了高速公路绿化与高速公路水土保持植物措施建设的联系；分析了高速公路绿化的作用；讨论了高速公路建设土壤侵蚀类型划分和土壤侵蚀形式及诱因。成果对于高速公路的水土保持工作具有重大指导意义。

第一节 高速公路基本概念

一、相关定义

(一) 高速公路

联合国欧洲经济委员会运输部将高速公路定义为：“利用分离的车行道往返交通行驶的道路。规定要具有分隔带，交叉路口全部立交，禁止汽车以外的任何交通工具出入。”《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)规定：“高速公路是指能适应年平均昼夜小客车交通量为 25000 辆以上（双向四车道），具有特别重要的政治、经济意义的，专供汽车分道高速行驶并全部控制出入的公路。”

高速公路设计速度的确定以地形作为主要依据，设计速度一般为 110km/h。美国的绿皮书提出高速公路设计速度如果低于这个值，其安全性会差一些，同时规定设计速度不得小于 80km/h。各种条件下的设计速度如表 1-1 所示。

表 1-1 高速公路最小设计速度 单位：km/h

地形条件	平原	丘陵	山区
郊区	110~130	100~110	80~100
市区	110	100~110	80~100

高速公路为了快速行车及安全需要，应具备以下四个条件。

(1) 高速公路是只供汽车行驶的专用公路，是唯一能够提供完全不间断交通流的公路设施。

(2) 高速公路设有中央分隔带，将往返交通车辆完全隔开。

(3) 高速公路与任何铁路、公路都是立体交叉的，不存在一般

公路上的平面交叉口的横向干扰。

(4) 高速公路沿线是封闭的，是控制出入的。同时，汽车进入或驶出高速公路时必须是向右转行驶，不许向左转出入（日本、英国等是靠左行驶，正好相反）。

(二) 高速公路绿化

高速公路绿化是指在高速公路路域范围内，利用植物及其他材料创造一个具有形态、形式因素构成的较为独立的，具有一定社会文化内涵及审美价值并能满足高速公路交通功能要求的过程。高速公路绿化包括公路路体绿化、服务区绿化、互通区绿化三大组成部分。其中，公路路体绿化包括中央分隔带绿化、边坡绿化、公路两侧预留地的绿化；服务区绿化包括收费站、餐饮及住宿区、加油站、修理厂和办公区等的绿化。

据此，高速公路绿化必须具有以下三个属性。

(1) 自然属性。高速公路绿化必须作为一个有光、形、色、体的可被人感知的因素，较为独立并易于从高速公路路域形态背景中分离出来的客体。

(2) 社会属性。高速公路绿化应该具有一定的社会文化内涵，有改善环境及使用功能的特点。

(3) 特殊的功能性。这是高速公路绿化区别于一般绿化的重要特征，高速公路绿化的依附主体是高速公路，在其具有上述两种属性的同时必须注意满足高速公路在设计、施工、营运过程中的具体功能要求，如交通安全、防止水土流失、净化空气、降低交通噪声等。

二、高速公路水土保持植物措施及布设原则

(一) 高速公路水土保持植物措施

为更好地贯彻执行新颁布的国家标准《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433—2008)和《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434—2008)，提高水土保持方案技术审查水平，水利部水土保持监测中心根据新标准要求，以水保监〔2008〕8号文下发了《关于印发〈开发建设项目水土保持方案技术审查要点〉的通

知》，2008年7月1日起，开发建设项目水土保持方案编制及技术审查都以此为据。

界定了水土保持工程的植物措施范畴：开发建设项目中，各类植物措施均应定为水土保持工程。植物措施护坡、工程结合植物措施的综合护坡，如三维植物网护坡、混凝土网格植草护坡、混凝土六方块护坡、浆砌石拱形网格植草护坡等，均应界定为水土保持工程。

提出了植物措施的布设原则：树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，重视与周边景观相协调。工程措施、植物措施、临时措施合理配置、统筹兼顾，形成综合防护体系。植物措施要尽量选用适合当地的品种，并考虑绿化美化效果。植物措施应在立地条件分析的基础上，经多树种、多草种的优选，提出适宜品种。防治措施布设要与主体工程密切配合，相互协调，形成整体。

（二）高速公路水土保持植物措施建设原则

目前在我国高速公路的绿化方面仍然存在着很多的问题：①强调短期效果，忽视长期效果，直接导致“一年绿，两年黄，三年枯，四年死”的现象发生；②过分强调绿化数量，如一些干旱少雨的西部省区也强调植被覆盖率，甚至栽植南方常绿种树，往往投入很大，效果并不理想，既不科学也不经济；③植物选择和配置不合理，没有专门针对公路绿化的具体规范和标准，照搬园林绿化的模式，一味强调覆盖率等指标，忽视生态系统和植物生长的自然规律，导致了許多失败的教训；④种植技术有待进一步提高，各公路建设单位和监理单位缺少生态或园林方面的专业人才，在公路绿化的实践中，处理问题和管理受到制约。

报告主要服务于水土保持方案编制及水土保持技术评估，按照相关要求，高速公路工程沿线所有绿化措施均属水土保持工程中的植物措施。据此，提出高速公路水土保持植物措施建设原则如下。

1. 科学性原则

设计合理的植物群落演替方案，使其较快地达到稳定，并能够长期保持生态系统的平衡。沿途绿化的设计，不仅仅是作为分隔带、行车道的遮蔽带进行设计，而且要满足沿途及高速公路整体的

需要。好的绿化设计不仅能减轻对环境的影响，而且能保持动植物的生态平衡。科学合理地进行草、花类与灌木、乔木相结合的立体绿化格局，特别是对土质边坡，在施工后期及时进行绿化，可以保护路基边坡稳定，减少水土流失。

2. 协调性原则

科学合理地规划，使高速公路人文景观与自然景观相互协调。绿化布局要充分考虑空间结构，在高速公路旁种植过多或过高的树木，都会影响驾驶员及乘客的视觉效果，甚至会遮挡视线，同时还会因车速过快而产生不适感。高速公路两侧的绿地形状及绿地与高速公路的距离并不固定，完全由乘客在行驶过程中感受到的动感空间的变化而定。离高速公路近的田园绿化的绿地面积相对小，乡村绿化由于农庄和绿地相结合则体量较大，山地绿化的体量更大，离高速公路更远。这就使得在离高速公路近的绿色小空间与离高速公路远的大空间中不断地变化，即田园、乡村及山地绿化等随着路段的变化而不断地变化，形成丰富的绿化空间及路旁的环境背景。这样沿线能始终保持良好的视觉空间，给人一种统一、连续的舒适感。

3. 实用性原则

即要在有限的资金条件下，优化设计，结合自然恢复和人工种植等多种方法，实施生态工程，遵循生态规律。绿化品种及搭配方式要体现多样化、层次性，高速公路的路沿绿化均以草地为主，而灌木的设置则以有限的数量进行点缀，高速公路上视点所及的范围为视域作整体创意，这在绿化整体构造中极其重要。不仅要考虑效果，还要遵从植物本身的生长规律及对周边环境的利用，这样才能构筑一个融自然、生态、景观于一体的环境，与“以人为本”的原则相适应，保证旅途的安全与舒适。

4. 全面性原则

保证公路的交通功能，并加强水土保持、视线诱导、标志、指示、防眩、遮蔽等功能。生态绿化，以及人工环境和自然环境的充分协调，是高速公路建设环境工作的重要内容之一。为避免割断生态环境空间或视觉景观空间，在道路规划中需要结合外围空间的需

要来设定绿地的大小，因地制宜设置绿地的平面形状，绿化种植结合地形及周边环境的变化而进行。由于高速公路里程较长，沿途所经过的地貌变化也很大，故在与山地相交处，要考虑将自然的环境呈现给人们。

三、高速公路工程水土保持植物防护功能

植物覆盖是自然因素中防止土壤侵蚀的积极因素，几乎在任何条件下都有阻缓水蚀和风蚀的作用。高速公路工程水土保持植物措施在水土流失防治上的作用主要表现在以下几方面。

(一) 拦截雨滴

植物的地上部分，其枝叶多层遮蔽着地面，而且植物的枝叶都具有不同的弹性和开张角度，遇有降雨时对雨滴起到很突出的分散和消力作用，有时也形成很大的水滴，但落下的高度很小，击溅的能力不大。即使具有高大体躯的乔木，因其林下地面为草灌植被所覆盖，积累枯枝落叶具有阻挡作用，从而可以较为彻底地防止雨滴击溅地面，而且是在降雨全过程始终有效的。在自然草类和森林生长的地面上常有枯落物覆盖，这层枯落物将进一步改变降雨的性质，已被植物分散消力的雨滴辗转落到地面的枯落物上，多不能立即接触土面，而是形成大小不同的水滴，往复串溜在枯落物之间，最后才与土面接触立即散成水膜覆盖在土面，然后渐渐流下或渗入土中。地面植物对降雪也有一定的抑留作用，但主要是可以将降雪均匀的覆被在地表，融雪也将与土壤解冻同时缓慢进行，就可以基本上消除由融雪水造成的水土流失。

(二) 调节地表径流、改良土壤性状

林地、草地中往往有厚厚的一层枯枝落叶，像海绵一样，接纳通过树冠、树干或草类茎叶而来的雨水，使之慢慢地渗入林地变为地下水，不致产生地表径流，即使产生也很轻微。这样枯枝落叶层就起到保护土壤、增加地面糙率、分散径流、减缓流速以及促进挂淤等作用。林地和草地枯枝落叶腐烂后可给土壤表层增加大量腐殖质，有利于形成团粒结构。同时植物根系能使土壤增加根孔，提高土壤的透水性 and 持水量，增强土壤的抗蚀、抗冲性能，从而起到减

小地表径流和土壤冲刷的作用。

（三）提高土地抗剪强度

植物的根系在土中盘根错节，使边坡土体成为土与根系的复合体。植物的垂直根系穿过坡体浅层的松散风化层，锚固到深处较稳定的岩土层上，起到预应力锚杆的作用。一般灌木主根可深达地下2m以上，对0.75~1.5m深处有明显的土壤加强作用，深根性灌木根系的锚固作用可影响到地下更深的岩土层。草根和灌木侧根可视为带预应力的三维加筋材料，使土体强度提高。边坡稳定性与坡体水压力有密切关系，降雨是诱发滑坡的重要因素之一。植物通过蒸腾作用，吸收坡体内水分，降低土体的孔隙水压力，提高土体的抗剪强度，有利于边坡体的稳定。

（四）提高公路综合服务功能

植物光合作用能吸收大气中的 CO_2 ，放出 O_2 ，另外，植物也能吸收大气中的 NH_3 、 H_2S 、 SO_2 、 NO 、 HF 、 Cl_2 及 Hg 、 Pb 蒸气、金属和非金属粉尘等，达到净化空气的作用。边坡植物的存在还为各种小动物、微生物的生存繁殖提供了有利的环境，原来的生物链又逐渐形成，被破坏的环境也会慢慢地恢复到自然状态。植被能吸收刺耳的声音，多方位反射太阳光线及车辆光线，而降低噪声、强光对行人及驾驶员的辐射干扰，减轻和消除大脑及眼睛的疲劳，提高路标、警示牌的可见度。采取工程加固措施，对减轻坡面修建初期的不稳定性及侵蚀方面效果很好，作用非常显著。但随着时间的推移，岩石的风化，混凝土的老化，钢筋的腐蚀，强度降低，效果也越来越差。而采用植被护坡则与此相反，开始作用尚不明显，但随着植物的生长和繁殖，对减轻坡面不稳定性及侵蚀方面的防护作用会越来越大。

第二节 国内外高速公路及绿化发展概况

一、国内外高速公路发展概况

高速公路属于高等级公路，其建设情况反映着一个国家和地区