

水土保持工程植物 运用图解

黎华寿 蔡庆 主编



化学工业出版社



水土保持工程植物 运用图解

黎华寿 蔡庆 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书针对当前开发项目水土流失现状、成因和水保工作存在的主要问题,在介绍水土保持植物措施的生态原理基础上,围绕开发建设项目水土保持植物生态模式的设计与应用这一中心,以1000余幅原色图鉴为主的、图文并茂的形式,重点介绍了我国特别是南方常用的200多种水土保持植物,包括乔木植物、灌木植物、藤本植物和草本植物,详细介绍了这些植物的形态特征、生态特性、水保功能特点和栽培管理要点;同时介绍了开发建设项目水土保持植物生态工程领域的新技术、新方法及其发展趋势;最后通过几个不同类型开发建设项目水土保持的典型案例,对水土保持植物生态工程的设计与物种选择配置进行了归纳总结。为方便读者按物种的汉语拼音顺序及笔画顺序、拉丁学名检索提供便捷的检索功能,书后附有常用的水土保持植物的检索表。

本书可供水土保持方案设计、水土保持工程建设与养护、水土保持行政管理、水土保持科学及园林植物等领域的科研人员、技术人员、管理人员及业余爱好者参考,也可供高等院校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

水土保持工程植物运用图解/黎华寿,蔡庆主编.
北京:化学工业出版社,2007.4
ISBN 978-7-122-00064-4

I.水… II.①黎… ②蔡… III.水土保持-植物-
种植-农业工程-图解 IV.S157.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第029876号

责任编辑:刘兴春
责任校对:陶燕华

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:化学工业出版社印刷厂

装订:三河市前程装订厂

889mm×1194mm 1/16 印张18 $\frac{3}{4}$ 字数450千字 2007年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:128.00元

版权所有 违者必究

《水土保持工程植物运用图解》编写人员

主 编：黎华寿
蔡 庆

主 审：骆世明

编 者：(按姓氏笔画排序)

卢小良	陈 涛
洪 浩	钱久李
徐晔春	郭彦彪
蔡 庆	黎华寿



序

随着我国社会经济的发展加速，矿山开挖、公路延伸、楼盘开拓等工程建设项目涉及水土流失的越来越多。广东在20世纪60年代前，尽管农田作物不少，但是不少山头裸露，形成了“上面黄，下面绿”的景观。在80年代广东绿化工作有了很大成效，山头都绿起来了，成为全国第一个绿化达标省。然而，有些经济发展发达区域却由于工程建设的原因，占据了大片农田，推平了不少低丘，形成了“上面绿、下面黄”的另外一个景观。在高空上看到绿色背景中由于采石和采矿引起百孔千疮，真有“河山破碎”的痛心感觉。近年来国家各级政府和部门越来越重视对建设项目的水土流失治理，也逐步积累了很多好的经验。目前对于使用工程措施进行治理，例如护坡工程、水坝和拦沙坝建设、引水渠建设等，已经有了很多成熟的经验和标准。使用植物进行水土流失的治理是十分经济和有效的，各地也初步累积了一些经验。往往由于工程建设部门和熟悉植物和生态的部门的分隔，工程部门的经验很少被植物和生态专家系统总结，植物和生态专家也很少了解到工程建设的实际需要。华南农业大学的黎华寿教授和广东省水利厅的蔡庆高级工程师都有学术研究经历，也有多年的实际工作经验。他们通过合作开展了相关研究，组成了一个跨学科的编写队伍，克服不少困难，编成了这本书。这是很值得高兴的。本书面向水土保持及园林植物等领域的使用人员，图文并茂，通俗易懂。使用者可以借用有关植物的图谱来认识有关植物，也可以参考有关的工程图来开展自己的项目设计。我相信本书将对推动我国在开发项目建设的时候落实生态环境建设、推动我国落实科学发展观产生积极的作用！

骆世明
2007年3月

前言



我国是世界上水土流失严重的国家之一，土壤侵蚀遍布全国，而且强度高，成因复杂，危害严重，水土流失至今仍然是影响我国持续发展的最大的环境问题。水土保持是区域经济、社会可持续发展的客观要求，如何切实加强开发建设项目等开发活动的水土流失防治是现实的迫切需要和法律的规定。开发建设活动由于人为直接或间接地高强度扰动土壤、破坏植被，极易造成严重的水土流失，并导致一系列严重的环境问题。根据《水土保持法》等法律规定和《开发建设项目水土保持方案技术规范》的具体要求，必须对开发建设项目可能造成水土流失进行切实地预防和治理。迄今为止，开发建设项目水土保持措施大都只注重工程措施，但学术界和公众正越来越多地认识到水土保持的综合功能离不开植物措施，并认为水土保持植物生态工程应该成为发展的主体和方向。然而如何根据生态经济学基本理论，因地制宜地运用必要的工程措施和生物措施，如何选择和配置适当的植物物种并尽快形成具有良好结构的水保植物生态系统，目前还缺乏系统的归纳和总结。为此，在广东省水利厅的大力支持下，在华南农业大学与广东水利厅水政监察总队直接领导下，我们开展了开发建设项目水土保持植物措施调查研究，本书即是调查研究的主要成果之一。

本书针对当前水土流失现状、成因和当前水保工作存在的主要问题，在介绍水土保持植物措施的生态原理基础上，围绕开发建设项目水土保持植物生态模式的设计与应用这一中心，以图文并茂的形式分别重点介绍了我国特别是南方常用的水土保持植物，包括乔木植物、灌木植物、藤本植物和草本植物，详细介绍了这些植物的形态特征、生态特性、水保功能特点和栽培管理要点，同时收集和介绍了开发建设项目水土保持植物生态工程领域的新技术、新方法、新成果及其发展的新动向，最后通过开发建设项目水土保持的几个不同类型典型案例，对水土保持植物生态工程的设计与物种选择配置进行了归纳总结。书后附有常用的水土保持植物的检索表，以方便读者按中文名、拉丁学名检索，提供便捷的检索功能。本书可供水土保持方案设计、水土保持工程建设与养护、水土保持行政管理、水土保持科学研究人员及园林植物等领域的科研人员、技术人员及管理人员参考，也可供高等院校相关专业师生及业余爱好者参阅。

在本书编写过程中，华南农业大学生态学系张修玉、曾鹏程、华伟同志，林学院的陈海军、李胜祥等同志参加了部分野外照片和文稿整理工作。全书参考了大量有关书刊和网络的文献资料，编者谨向上述同志和有关文献资料作者表示衷心感谢！

由于作者经验与水平所限，本书难免有疏漏与欠妥之处，敬请读者不吝指正。

编著者
2007年4月



目录

第一章 绪论 /1

第一节 水土流失与成因简述 /1

- 一、水土流失是世界最大的环境问题 /1
- 二、水土流失成因 /2
- 三、开发建设项目水土流失概况 /2

第二节 水土保持措施及其认识误区 /4

- 一、水土保持的内涵与措施 /4
- 二、开发建设项目水保工程中的误区 /5

第三节 水土保持的生态模式 /8

- 一、水土保持的生态模式 /8
- 二、开发建设项目水土保持生态模式的研究进展 /10

第二章 植物在水土保持中运用的生态学原理 /15

第一节 生态环境因子 /15

- 一、生态因子、生境与生态位 /15
- 二、影响植物生长的主要生态因子 /15

第二节 土壤条件 /19

- 一、土壤特性 /19
- 二、土壤肥力 /20

第三节 群落及其演替理论 /22

- 一、生物群落及其结构 /22
- 二、群落的演替 /22
- 三、群落演替特点与演替顶极群落 /24
- 四、影响群落演替的因素 /26

第四节 生物的多样性与群落稳定性 /28

- 一、生物多样性 /28
- 二、群落的多样性与稳定性 /29

第五节 水土保持生态模式的设计原则与步骤 /30

- 一、设计原则 /30

- 二、设计步骤 /32

第三章 开发建设项目水土保持植物措施 /33

第一节 植被的水土保持功能 /33

- 一、植被对降雨的截留和对土壤水文性质的调节作用 /33
- 二、林草植被提高土壤抗侵蚀能力的作用 /34
- 三、林草植被削减洪峰，涵养水源的作用 /35

第二节 植被恢复与重建关键技术 /35

- 一、立地条件的分析评价与改良 /35
- 二、植物种的筛选与引种 /38
- 三、植被的布局与配置模式 /38
- 四、水土保持林草植被的营造与管理 /42

第三节 林草措施与工程措施的结合 /45

- 一、开发建设项目中单一工程措施的不足 /45
- 二、开发建设项目水土保持工程措施简介 /46
- 三、工程措施与林草措施的结合 /51

第四章 常见水土保持乔木植物 /53

第一节 乔木植物及其选择概述 /53

- 一、乔木的定义 /53
- 二、乔木的分类及其作用 /53
- 三、乔木的选择与种植 /53

第二节 水土保持乔木树种简介 /55

- 一、漆树科 *Anacardiaceae*/55
- 二、南洋杉科 *Araucariaceae*/59
- 三、木棉科 *Bombacaceae*/60
- 四、紫葳科 *Bignoniaceae*/61
- 五、木麻黄科 *Casuarinaceae*/63
- 六、柏科 *Cupressaceae*/64



目录



七、龙脑香科 *Dipterocarpaceae*/65

八、大戟科 *Euphorbiaceae*/66

九、豆科 *Fabaceae*/68

十、壳斗科 *Fagaceae*/83

十一、金缕梅科 *Hamamelidaceae*/86

十二、胡桃科 *Juglandaceae*/88

十三、樟科 *Lauraceae*/89

十四、木兰科 *Magnoliaceae*/92

十五、楝科 *Meliaceae*/96

十六、桑科 *Moraceae*/98

十七、桃金娘科 *Myrtaceae*/102

十八、木犀科 *Oleaceae*/108

十九、松科 *Pinaceae*/110

二十、禾本科 *Poaceae*/114

二十一、蔷薇科 *Rosaceae*/119

二十二、茜草科 *Rubiaceae*/120

二十三、芸香科 *Rutaceae*/121

二十四、杨柳科 *Salicaceae*/122

二十五、无患子科 *Sapindaceae*/123

二十六、玄参科 *Scrophulariaceae*/124

二十七、杉科 *Taxodiaceae*/125

二十八、山茶科 *Theaceae*/127

二十九、椴树科 *Tiliaceae*/128

三十、榆科 *Ulmaceae*/129

第五章 常见水土保持灌木植物 /133

第一节 灌木植物及其分类选择概述 /133

一、灌木定义及其分类 /133

二、灌木在水土保持工程中的作用 /133

三、灌木的选择与种植 /133

第二节 常用水保灌木植物简介 /134

一、夹竹桃科 *Apocynaceae*/134

二、冬青科 *Aquifoliaceae*/135

三、小檗科 *Berberidaceae* /136

四、紫草科 *Boraginaceae*/137

五、忍冬科 *Caprifoliaceae*/138

六、柏科 *Cupressaceae*/140

七、杜鹃花科 *Ericaceae*/142

八、大戟科 *Euphorbiaceae*/143

九、豆科 *Fabaceae*/144

十、千屈菜科 *Lythraceae*/149

十一、马钱科 *Loganiaceae*/150

十二、锦葵科 *Malvaceae*/151

十三、野牡丹科 *Melastomataceae*/153

十四、桑科 *Moraceae*/154

十五、桃金娘科 *Myrtaceae*/155

十六、海桐花科 *Pittosporaceae*/156

十七、蔷薇科 *Rosaceae*/157

十八、茜草科 *Rubiaceae*/162

十九、茄科 *Solanaceae*/163

二十、怪柳科 *Tamaricaceae*/164

二十一、山茶科 *Theaceae*/165

二十二、马鞭草科 *Verbenaceae*/166

第六章 常见水土保持草本植物 /169

第一节 草本植物的水保功能与利用方式 /169

一、草本植物的一般特性与水保功能 /169



目录



二、草本植物在水土保持工程中的利用方式 /170

第二节 南方常用水土保持草本植物 /171

- 一、铁线蕨科 *Adiantaceae*/171
- 二、苋科 *Amaranthaceae*/172
- 三、乌毛蕨科 *Blechnaceae*/173
- 四、美人蕉科 *Cannaceae*/174
- 五、菊科 *Compositae*/175
- 六、旋花科 *Convolvulaceae*/178
- 七、大戟科 *Euphorbiaceae*/179
- 八、里白科 *Gleicheniaceae*/180
- 九、禾本科 *Gramineae*/181
- 十、豆科 *Leguminosae*/219
- 十一、百合科 *Liliaceae*/229

第七章 常用水土保持藤本植物 /231

第一节 藤本植物及其分类选择概述 /231

- 一、藤本植物及其分类 /231
- 二、藤本植物的作用 /231
- 三、藤本植物的选择与种植 /232

第二节 常用水保藤本植物 /234

- 一、夹竹桃科 *Apocynaceae*/234
- 二、天南星科 *Araceae*/235
- 三、五加科 *Araliaceae*/238
- 四、落葵科 *Basellaceae*/239
- 五、紫葳科 *Bignoniaceae*/240
- 六、忍冬科 *Caprifoliaceae*/242
- 七、使君子科 *Combretaceae*/243
- 八、旋花科 *Convolvulaceae*/244
- 九、豆科 *Fabaceae*/246

十、紫茉莉科 *Nyctaginaceae*/250

- 十一、桑科 *Moraceae*/251
- 十二、木犀科 *Oleaceae*/252
- 十三、西番莲科 *Passifloraceae*/254
- 十四、茜草科 *Rubiaceae*/255
- 十五、毛茛科 *Ranunculaceae*/256
- 十六、蔷薇科 *Rosaceae*/257
- 十七、葡萄科 *Vitaceae*/258

第八章 开发建设项目水土保持实践 /261

第一节 公路建设项目水土保持植物措施 /262

- 一、主体工程区水土保持植物措施 /263
 - 二、取土场水土保持措施 /264
 - 三、弃渣场水土保持植物措施 /265
 - 四、公路高陡边坡的生态防护 /265
 - 五、高速公路高陡边坡绿化实例 /267
- ### 第二节 岩质开挖边坡防护实例 /269
- ### 第三节 高陡土质开挖边坡防护实例 /270
- ### 第四节 低缓土质开挖边坡防护实例 /272
- ### 第五节 土质填筑边坡防护实例 /273
- ### 第六节 典型废弃采石取土场植被修复与实例 /274

- 一、采石场植被修复技术 /275
- 二、不同岩质石壁坡面的植物选择 /278
- 三、东湾石场水保治理方案实例 /279

参考文献 /280

附录 水土保持植物检索表 /283

- 一、按汉语拼音顺序 /283
- 二、按汉语笔画顺序 /285
- 三、按拉丁学名顺序 /287



第一章 | 绪论

第一节 水土流失与成因简述

一、水土流失是世界最大的环境问题

水是生命之源，土是生存之本，水土资源是人类最重要的战略资源。水土流失是指在水力、重力、风力等外营力作用下，水土资源和土地生产力的破坏和损失，包括土地表层侵蚀和水的损失。随着城市化和工矿业的发展，地表扰动，植被破坏，进一步加剧了水土流失。现在全球的表土流失量每年约为 $230 \times 10^8 \text{t}$ ，仅水土流失一项全世界每年就要失去耕地 $(5 \sim 7) \times 10^4 \text{km}^2$ 。水土流失也是中国的头号环境问题，据《2004 中国环境状况公报》，我国森林覆盖率仅 18.2%，人均森林面积和蓄积量分别只有世界平均水平的 1/5 和 1/8，全国水土流失面积达 $356 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占国土面积的 37.1%，其中水力侵蚀面积 $165 \times 10^4 \text{km}^2$ ，风力侵蚀面积 $191 \times 10^4 \text{km}^2$ 。水土流失造成我国每年流失土壤约 $50 \times 10^8 \text{t}$ ，毁掉耕地约 100 万亩，并带走大量的氮、磷、钾等营养元素，从而导致土地的贫瘠化现象十分严重。我国南方丘陵山区比重大，土层浅薄，降雨量大而集中，生物地球化学循环旺盛，由于人口多，耕地少，土地后备资源相对匮乏，每年的净增人口数大，人地矛盾越来越突出，经济社会快速发展必然带来巨大的水土流失等环境压力和威胁。如图 1-1、图 1-2 所示。

日益增多的各种开发项目工程（公路、铁路、水利、矿山及工业民用建筑）的大规模建设，仍可能会造成一系列新的环境问题，其中最突出的就是破坏当地自然植被，形成大面积不同程度裸露土地，特别是边坡（或坡地），存在进一步增加水土流失、滑坡、泥石流的发生强度的可能，也会造成局部小气候恶化、生态食物链破坏、生物多样性锐减等生态灾害。

水土流失是全球最大的环境问题

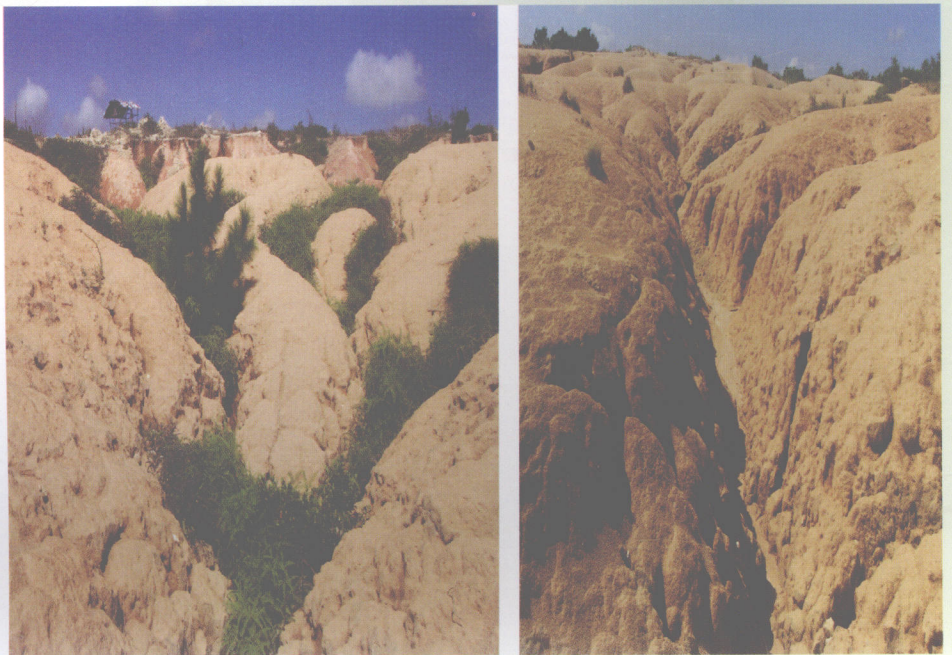


图 1-1 水土流失是世界最大的环境问题



图 1-2 开发工程项目水土流失景观（一）

因此，搞好水土保持，维系良好生态环境，是经济、社会可持续发展的客观要求，如何切实加强开发建设项目等活动的水土流失防治更是现实的迫切需要。

二、水土流失成因

水土流失是不利的自然条件与人类不合理的经济活动互相交织作用产生的，即水土流失因素可分为自然因素和人为因素两类，前者主要是指气候（降雨量、降雨强度等）、地形（坡度、坡长等）、土壤（土壤质地、土壤结构等）、植被（植被类型、植被覆盖度等）等，不利的自然条件主要包括坡面坡度陡峭、土地的性质松软易蚀、高强度暴雨、地面没有林草等植被覆盖。后者主要是人类的各种开发活动包括开矿、修路等工程建设活动的不恰当扰动土壤、破坏地表植被、随意倾废土弃石等，以及农业活动如过度放牧、陡坡开垦、毁林开荒以及不科学合理的耕作等。人为因素极大地加速了水土流失的进程，是造成水土流失的根本原因。

一般来说，当地表植被受人为影响破坏或土壤受人为扰动后，土壤易被雨水和径流冲刷，由面蚀→沟蚀→崩岗，形成了水土流失现象。我国南方地形复杂，且多为山区、丘陵地区，自然气候条件以高温多雨为特色，生态系统中物质的生物地球化学循环速度快。在自然条件下，热带雨林、亚热带雨林是主要的植被，在常绿阔叶林植被多层次乔灌木保护下，地表不受雨水的直接冲刷，有机质逐步累积，养分被充分循环利用。但由于降雨量大而且集中，暴雨多，植被破坏后极易发生严重的水土流失，主要是降雨不能就地消纳，顺沟坡下流，冲刷土壤，使土壤和水分一起流失。侵蚀环境的主要特点表现为土地切割破碎，自然植被退化，生物多样性消失，土壤质量急剧下降。水土流失可使沃土变为瘠薄的不毛之地，而下泄的泥沙会淤积下游水库、湖泊、江河、渠道，或堆积入海口及河口，减少水库、湖泊蓄水容量，降低了其对洪水的调蓄能力，很容易造成江河洪水泛滥成灾。同时使土壤涵养水分减少，因而泉源枯竭，河湖水量减少，甚至干涸，这也是水旱灾害频繁的重要原因。

资源开发和基本建设活动破坏植被，随意弃土弃渣，导致江河湖库淤积，甚至诱发滑坡和泥石流灾害；城市开发建设、开山、采石、取土、挖沙，破坏自然景观等，是当前我国水土流失的突出问题。人为破坏产生的水土流失治理起来比自然的水土流失要困难得多，有的甚至无法恢复。如在石灰岩地区地表每形成1cm厚土壤需要4000年以上的时间，土壤一旦流失，几乎不可再生。过去，开荒种地、砍伐森林是导致水土流失的主要原因，其影响正在慢慢显现。但与之相比，目前所进行的大规模工程建设对水土的破坏要大得多，来的也更快。工程性水土流失已成为生态环境保护中不容忽视的问题。开发工程项目水土流失景观如图1-3所示。

三、开发建设项目水土流失概况

开发建设项目主要指交通（公路、铁路、机场、港口及码头）、电力（水电、火电、核电、抽水蓄能、输电）、矿业

第一章 绪论

(煤、有色金属、石油、天然气、建材)、水利(枢纽、引水、灌溉、防洪、堤防)和农林业开发(开垦耕地、采伐林木)等建设项目。随着经济、社会发展的需求不断增长,人类各种开发活动强度在增加,毁林开荒、陡坡耕作,不合理开矿、炸石、筑路、修建水电工程,以及其他开发建设等,稍不注意就会造成坡面裸露、崩塌、滑坡发生,甚至导致泥石流频繁。



图 1-3 开发工程项目水土流失景观(二)



图 1-4 开发项目水土流失现象

开发建设活动由于人为直接或间接地高强度扰动土壤、破坏植被，极易造成严重的水土流失，并导致一系列严重的环境问题。据水利部有关统计，大型开发建设项目造成的水土流失是自然水土流失的几十到上百倍。近十几年，我国仅长江流域平均每年都要发生重大崩塌、滑坡、泥石流灾害数十起。而造成这些灾害的，有70%与人为活动破坏有关。广东山地、丘陵地面积占全省土地面积60.22%，且暴雨多，强度大，存在较大的水土流失隐患。此外，陡坡开荒、开矿、采石、修路、建房、基础建设工程等不合理的土地开发，随意破坏植被地貌，也加速了新的水土流失（图1-4）。

由于开发项目建设过程中可能会破坏原有水土保持设施和地表植被，使自然状况下的土体稳定平衡和土壤结构遭到破坏，土体疏松，土壤可蚀性增加，导致水土流失加剧。如果不采取水土保持措施，不仅影响着主体工程自身的安全运行和项目周围环境，甚至会影响区域的水土资源和生态安全，如加剧水土流失，增加河道水体泥沙含量，河床淤塞；污染沿线的农田、水环境。因此，根据《水土保持法》等法律规定和《开发建设项目水土保持方案技术规范》的具体要求，必须对开发建设项目可能造成水土流失进行切实的预防和治理。如何根据生态经济学基本理论，因地制宜地运用必要的工程措施和生物措施，为开发活动提供经济而有效的水土保持技术方案，是水土保持目标能否实现的前提和关键。

随着人们环境意识的提高，可持续发展和绿色价值观不断深入人心，社会对工程开发的综合效益需求特别是开发项目区生态系统服务功能的要求不断高涨，从而对开发建设项目如何在实现工程主导目标的同时，尽快恢复和重建良好的植物群落，实现良好的水土保持等生态系统服务功能，提出了更迫切、更高的要求。因此，必须充分认识防治水土流失尤其是防治开发建设项目水土流失的紧迫性、艰巨性和长期性，切实加强水土保持工作，加快水土流失防治步伐，以保证水土资源的可持续利用，促进社会经济的可持续发展。某公路边坡水土流失治理前后对照如图1-5所示。



图 1-5 某公路边坡水土流失治理前后对照

第二节 水土保持措施及其认识误区

一、水土保持的内涵与措施

在《中华人民共和国水土保持法》中，水土保持是指“对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防和治理措施”。从现代生态学和可持续发展的观点看，水土保持实质是“对自然因素和人为活动造成水土流失采取预防和治理措施，维护和提高土地生产力，以利于建立和维护良好生态环境，实现水土资源的可持续利用”。生态恢复是指“对退化生态系统进行重建的过程”，水土保持的终极目标就是恢复和维护当地生态系统的完整性和生态服务功能。因此，开发项目的水土保

持实际上就是采用适当的水土保持措施实现生态恢复和重建。

水土保持措施是指为了有效防止和治理各种形式的水土流失,保护、改良与合理利用水土资源,充分发挥水土资源的生态效益、经济效益和社会效益所采取的各类防治措施。开发建设项目通常会直接扰动土壤、破坏植被,减少了绿地面积,或使原有完整绿地破碎化,其结果会直接或间接破坏生态系统的结构与功能平衡。开发建设项目水土流失的类型主要包括清理地表植被等覆盖物导致的侵蚀、各种边坡和弃土渣场等的水土流失,如各类工程开挖面、各类道路的路坡边坡、采矿(石)场、堤坝河滩湿地的水土流失等,其中各种边坡和裸地的水土保持是防治工作的重点。

我国有关水土保持的法规规定,开发项目水土流失防治的主要任务如下。

- (1) 保护水土资源,尽量减少对原地貌和植被的破坏,维护和提高土地生产力,绿化美化环境,建立和谐生态。
- (2) 必须设置弃渣(土)场专门存放废弃的土、石、渣,并采取拦挡措施,不得向江河、湖泊、水库和农地等倾倒。
- (3) 项目范围内的边坡必须护砌或采取其他土地整治措施。
- (4) 工程竣工后,取料场、弃渣场、开挖面必须恢复表土层和植被。
- (5) 项目范围内用地的原有水土流失必须进行综合治理。

水土流失的防治措施主要包括工程措施、生物措施和农业措施。水土保持农业技术措施,主要是水土保持耕作法,包括少耕、免耕、覆盖耕作,或结合耕作,在坡耕地上修成有一定蓄水能力的临时性小地形,如区田、畦田、沟垄种植等。此外,还有深耕、密植、间作套种、增施肥料、草田轮作等。

水土保持林草措施,或称水土保持植物或生物措施。其主要作用是:改善土地植被,增大地表糙率,从而减轻雨滴对地面的打击,增加土壤入渗,减少地表径流量,减缓流速和削弱冲刷力。

工程措施主要是通过修建各类工程稳定岩土地质结构,或改变小地形,拦蓄地表径流,增加土壤入渗,从而达到减轻或制止水土流失,开发利用水土资源的目的。一般来说,对水保工程措施应根据所在位置和目标,可分坡面治理工程、沟道治理工程和护岸工程三大类,坡面防护工程如斜坡固定工程、山坡截留沟、沟头防护工程、梯田工程等,沟道治理工程如谷坊、拦沙坝、淤地坝和小型蓄水用水工程(库、塘、堰、坝等)。

对滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的防治,主要依靠工程措施,如在高发区应切实贯彻以防为主的方针,做好预防预测,减轻灾害造成的损失,在源头部位布设坡截留导流沟,拦截坡面径流,防止集中的雨水冲刷,在滑坡部位可布设抗滑桩、挡土墙来稳定坡面,对泥石流沟道应在发生区、流过区和堆积区分别采取相应措施,减轻发生区的侵蚀程度,在流过区沟道布设格栅坝、拦沙坝等工程,做到水石分家,减轻危害,并因势利导,将其引导到安全的地方。

实际应用中,三大类措施特别是工程措施与林草措施之间,始终存在着互相依赖、相辅相成的关系。在边坡防护等水保方案的系统设计中,国际上特别是发达国家尤为重视植物措施防护或植物与工程措施防护相结合的方法,以期达到同时发挥防护与美化的生态综合效益。为了更好地实现水土保持的目标,各国科学家和工程技术人员提出了谋求工程建设与生态功能兼顾的“生态工程”、“生态工法”、“坡面植物措施”、“植被护坡工程”等。如最近二十年来日本、欧美和我国台湾、香港等地在河川整治、道路工程、城市建设等工程项目中以坡面绿化和生物多样性保育为核心的生态工法取得了良好的效果。

理论上,任何水土保持措施都应该考虑“实用、安全、经济、美观、生态”,但不可否认,在经济条件制约和人们环保意识不强时,水土保持工程本身就容易忽略。而在不得不采取水保措施时,往往也大多只考虑“实用、安全、经济”,只有在社会较进步、经济比较富裕后才会更多考虑“美观、生态”。正是由于这些原因,加上水土保持科技的滞后,长期以来许多开发建设项目的水土保持措施或者仅仅采取单一的工程措施,或者生搬硬套水土保持植物措施,没能因地制宜地设计和实施合理的水保生态工程措施。

二、开发建设项目水保工程中的误区

1. 重工程措施,轻植物措施

边坡水土流失防治是工程项目水保方案的重点和难点,传统的工艺技术多是采用浆砌石挡墙、混凝土拱杆、锚杆(桩)或喷浆固坡等硬性的土工工程措施以及少量的路树绿化。这些工程技术措施虽然能够保持水土、稳定边坡,但却与周边环境格格不入,破坏了周围环境的景观。这主要是因为片面理解水土保持只要把“土保住”,认为水土保持仅仅是把土、石、渣固定下来就达到目的,因而采取工程措施把土密封或固定下来就足够了,完全忽略绿化、美化和土地生产力等生态系统

的服务功能，因而认为植物措施是纯属多余的“无用的摆设”，或能省就省。在编制水土保持方案时仅着眼于防止土体损失，夸大甚至是盲目使用工程措施，忽略对风力侵蚀的防治，忽视对水源涵养和小气候的调节，不考虑甚至于不知道防治“石屎森林（石漠化）”和化学侵蚀，更谈不上绿化美化景观、全面维护和提高土地生产力、提高生态服务功能的水保目的。事实上，硬质化边坡工程与水土流失同样是缺乏生机（见图1-6）。



图 1-6 水土流失与硬质化边坡工程同样是缺乏生机

2. 乱用植物措施，重草本植物，轻乔木灌木植物

对植物措施的意义作用认识肤浅，更不理解植物群落与环境之间相互作用的生态关系，有的甚至认为只要裸地复绿就大功告成。乱用植物措施是不知道生物间的相生相克关系，不清楚不同植物之间的化感作用，不清楚不同植物对土壤肥力等环境因子的需求与竞争，只知道植物对土壤的改良，不知道一些植物在人为作用下会恶化土壤理化性质、降低土壤肥力，导致所谓的植物侵蚀或绿色沙漠。要么是简单地进行混交造林，没有考虑主要树种与伴生植物之间的关系对各主要物种进行优化配置；要么乱用植物物种绿化，使得外来物种入侵并恶化土壤理化性质、降低土壤肥力，造成植物侵蚀。没有把植物措施设计到相应深度是对植物的绿化、美化作用的认识深度不够，而总认为种下去就成。要么是随意设计，没有考虑立地条件；要么是简单设计，没有考虑植物群落复合结构；在简单地进行混交造林设计中，没有考虑播种密度对生长量的影响；当然，设计的植物措施中更不会考虑到微生物对土壤理化性质的改良和推动群落正向演替的作用。如图1-7所示。



图 1-7 有些植物不能适应陡坡等恶劣环境，护坡效果并不理想

第一章 绪论

3. 重景观展示度，轻植物复合群落生态功能

对开发项目水保工程片面追求美观大方、大度、大气或标新立异，如人工的硬质水泥雕塑、大面积的单一草坪或纯林，有的仅仅将该采取的植被措施进行省略或仅作为点缀，导致硬质地面或裸露土地面积大，既违背水保改善环境的根本目标，也与周边环境不协调，从而也影响了自然生态景观功能。

由于施工单位考虑自身的经济利益多等原因，导致水保工程中应用植物措施时存在植物类型单一化，重视易商品化经营的外来物种，忽视乡土植物使用的突出问题。由于草本植物对侵蚀地适应性优于乔灌木，而普遍采用多为单一或简单的混合草种，这类植物在前期的绿化水保效果较佳，但形成的生态系统结构简单而脆弱，一旦人工抚育不到位，容易发生生



图 1-8 开发建设项目边坡绿化与水土保持景观

态退化。另外，如果单纯采用草种护坡，即使是配合人工防蚀生草膜也仅仅能够保持坡面土壤，却不能固坡。因此应运用综合措施建植（乔）灌草复合植物群落，用较稳定的植物群落固定工程坡面。另一突出问题是在选择水土保持植物时，重视园艺用草和外来草种的引进，而忽视了在本地适应更好、更易于与本地其他物种结合形成良好的群落结构和稳定关系的地方植物种。近年来，已有人认识到这一问题的弊端，开发了类芦、红毛草、五节芒、棕叶芦、任豆、水翁、山黄麻、竹子等本地物种，并建立了马占相思、速生桉树或竹子等为建群种的复合群落。

4. 重前期抚育和“立效见功”的短期效果，轻长期管理维护和潜在的生态经济价值

承接水土保持工程的单位，往往以能通过工程验收为目标，只注重前期抚育和“立竿见影”的短期效果，忽视水土保持植物群落的长期管理维护和潜在的生态经济价值。有的项目对处于动态开采状态的水土流失点没有做好统一规划，水土保持工作缺乏针对性和有效性，甚至出现水土保持设施“前建后埋”、边建边毁的现象。

5. 重经济价值，轻综合效益

一些开发性的水土保持工程重防护主体工程的功能，重经济效益及经济价值，重工程质量，但忽视工程的综合效益，特别是生态效益方面，对水土保持的作用认识不足，造成了对自然资源和生态环境的破坏。

总之，应该充分认识各类水土保持措施本身的特点和防治重点，从而发挥它们在水土保持综合治理中各自特有的防治功能，使它们相互配合，相互促进，形成开发建设项目中综合的水土流失防治体系。例如，开发项目中的水土保持关键问题是坡面的防护问题，周德培和张俊云（2003）对工程护坡与植被护坡的主要特点做了归纳比较（表1-1）。工程护坡与植被护坡各有优缺点，前者对减轻坡面早期的不稳定性及侵蚀强度效果显著，往往也坚固耐用，但景观效果和生态功能差；后者植被前期生长较慢，护坡效果稍差，但植被一旦能顺利立足，群落能向进展演替至稳定的复合群落，则通过地表覆盖和根系的深扎、锚固、加筋，达到稳定坡面和防止侵蚀的水保作用，同时绿色植被发挥的改善生态环境、提高生物多样性、降解污染、调节小气候、美化景观等生态服务功能，与灰色呆板、毫无生机的水泥石板的工程护坡坡面相比，更符合可持续发展的绿色要求，更显和谐和人性化。如图1-8所示。因此，问题的关键是因地制宜地将两者有机结合，建设水土保持坡面生态工程。有关水土保持措施如何综合运用，特别是植物措施如何运用的内容，将在后面章节具体介绍。

表1-1 工程护坡与植被护坡的主要特征与功能比较（周德培等，2003）

功 能	坡面保护	加 筋	锚 固	排 水
土木工程护坡	片石护面，喷混凝土等	加筋土	锚杆	土工渠
植被护坡	植被的完全覆盖，降雨截留，削弱溅蚀	草和小灌木根系	木本植物的深根	垂直或倾斜的排水活枝捆垛

第三节 水土保持的生态模式

一、水土保持的生态模式

开发建设通常会直接扰动土壤、破坏植被，减少了绿地面积，或使原有完整绿地破碎化，直接或间接破坏生态系统的结构与功能。因此，保护和恢复重建植被是建设项目水土保持工作的核心任务，而人工重建主要是模拟自然植物群落的种类成分和群落结构特点，建造并推动植物群落的顺行演替，以尽快形成为周围环境协调的稳定植物群落。近年国内外兴起的“生态工法”、“植被生态工程”等，成为工程水土保持的趋势。

1. 生态模式中的必要工程措施

生态模式强调工程措施与生物措施的有机结合，最终发挥植物群落的作用。对开发建设项目在基建施工和生产运行中由于开挖地面或堆置弃土、弃石、弃渣等形成的不稳定边坡，首先应采取必要的固土护坡工程措施。护坡工程主要有以下几种：

- ① 对边坡高度大于4m、坡度大于1.0 : 1.5的，应采取削坡升级工程；
- ② 对边坡小于1.0 : 1.5的土质或沙质坡面，可采取植物护坡工程；
- ③ 对堆置物或山体不稳定处形成的高陡边坡，或坡脚遭受水流淘刷的，应采取护坡工程；