

全国水利行业规划教材 高职高专水利水电类  
中国水利教育协会策划组织

# 水土保持 生态建设概论

(第2版)

王青兰 主编  
杨绍平 主审



黄河水利出版社

全国水利行业规划教材 高职高专水利水电类  
中国水利教育协会策划组织

# 水土保持生态建设概论

(第2版)

主 编 王青兰  
副主编 张德喜 朱友聪  
刘 勤 王玉生  
主 审 杨绍平

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

本书是全国水利行业规划教材,是根据中国水利教育协会全国水利水电高职教研会制定的水土保持生态建设概论课程教学大纲编写完成的。本书内容包括水土保持生态建设基本原理、水土流失形式及影响因素、水土保持措施、水土保持规划、不同区域水土保持生态建设措施、水土保持动态监测和监督以及开发建设项目水土保持等。本书力求反映当前水土保持生态建设的主要内容及发展趋势,将水土保持学科的基本知识与新知识、新成果和新技术在实践中的应用相融合,以增强人们的生态意识,促使生产活动及各类开发建设项目的实施与保护生态环境、防治水土流失相结合,使水土保持生态建设在支撑经济社会可持续发展中发挥重要的作用。

本书可作为高职高专院校水利水电工程、农业水利工程、水利水电工程管理、水文水资源等水利类专业,以及建筑工程、农学、环境工程、城镇建设和工矿业开发等专业的教科书,并可供农业、林业、水利、环境保护、城市管理等部门及相关科研单位、生产单位的有关人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

水土保持生态建设概论/王青兰主编. —2版. —郑州:  
黄河水利出版社,2012.8

全国水利行业规划教材

ISBN 978-7-5509-0331-9

I. ①水… II. ①王… III. ①水土保持-生态环境-环境保护-高等职业教育-教材 IV. ①S157.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第191882号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@163.com

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsllcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:10.5

字数:240千字

印数:1—3 100

版次:2008年8月第1版

印次:2012年8月第1次印刷

2012年8月第2版

---

定价:23.00元

# 再版前言

本书是根据《教育部、财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)、《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)等文件精神,由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,在中国水利教育协会指导下,由全国水利水电高职教研会组织编写的第二轮水利水电类专业规划教材。第二轮教材以学生能力培养为主线,具有鲜明的时代特点,体现出实用性、实践性、创新性的教材特色,是一套理论联系实际、教学面向生产的高职高专教育精品规划教材。

随着高新科学技术的迅猛发展,城市化、工业化进程的加快以及各类开发建设如公路建设、铁路建设、水利工程建设、电力工程建设、工矿企业建设等项目的增多,人们对自然生态环境的影响越来越突出。目前,人们面临着人口、资源和环境三大难题,水土流失作为我国的头号环境问题,直接影响着我国经济社会的可持续发展,并成为影响生态安全的最大隐患。因此,水土保持作为生态环境建设的主体和环境保护的重要组成部分,已引起全社会的高度重视。水土保持生态建设的内容从行政执法、预防监督、水土保持方案编制、水土保持动态监测和小流域综合防治等方面已渗透和应用到全社会的各类生产建设活动中。

为增强人们在各类生产建设活动中的生态环境保护意识,使各类生产建设活动与水土保持生态建设的内容有机结合,更好地发挥水土保持生态建设支撑经济社会可持续发展的重要作用,本书以水土保持生态建设的基本理论和基础知识为核心,以生产建设活动最为频繁、水土流失最为严重的区域为重点,介绍了水土保持生态建设的具体内容。本书理论部分含有实例,应用部分渗透着相关的基本理论,二者相辅相成,具有突出实际、实用和实践性强的特点。

在本书第1版出版后的4年中,我国颁布了《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)。1991年6月29日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过的《中华人民共和国水土保持法》(简称《水土保持法》)于2010年12月25日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议上进行了修订。新修订的《水土保持法》已于2011年3月1日起正式施行。这些具有里程碑意义的标准和法律的施行,使水土保持生态建设的内容得到全社会各领域的高度关注和具体落实,水土保持生态建设在改善生态环境、保护和合理利用水土资源、减免自然灾害、维持经济社会可持续发展方面的作用愈加深入人心。同时水土保持生态建设的内容也在实践中不断完善,水土保持生态建设的新技术、新工艺也在实践中得到了广泛的推广应用。修订后的《水土保持法》第三条指出:水土保持工作实行预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益的方针。从法律的高度突出强调了预防为主、保护优先的内容,加快事后治理向事前保护转变的步伐,以

此来预防人为不合理的活动而导致新的水土流失的形成,从源头上控制水土流失,促进生态环境的改善。各行业、企业和个人在实际生产建设活动中必须落实相关法律法规的内容。《水土保持法》中还确定了水土保持规划、水土保持监测预报、预防监督和水土保持方案编制等水土保持生态建设内容的法律地位,从行政执法的角度使水土保持生态建设的内容渗透和落实到全社会的各个领域。

根据水土保持学科发展的新特点并结合各类生产建设活动采取主要防治措施的类型和技术要点,本书第2版对第1版各章节疏漏的内容作了一定的补充和完善,重点扩充了水土保持工程措施、水土保持规划、水土保持监测与监督和水土保持方案编制等方面的内容,使各类生产建设活动的工程建设内容和水土保持生态建设的内容相互结合,相互补充,全面落实水土保持防治措施和“三同时”制度,确保水土保持生态建设在支撑经济社会可持续发展中发挥应有的作用。

本书编写人员及编写分工如下:山西水利职业技术学院王青兰(绪论、第一章、第二章、第八章),华北水利水电学院水利职业学院张德喜(第三章、第九章),浙江同济科技职业学院朱友聪(第四章、第七章),四川水利职业技术学院刘勤(第五章、第六章),山西水利职业技术学院王玉生(第十章)。本书由王青兰担任主编并负责全书统稿,由张德喜、朱友聪、刘勤、王玉生担任副主编,由四川水利职业技术学院杨绍平担任主审。

本书在编写过程中,参考和引述了国内相关教材、著作和许多专家近年研究的新成果。北京林业大学水土保持学院院长余新晓教授、山西省水土保持科学研究所副所长(高级工程师)杨才敏、山西省水土保持科学研究所高级工程师曲继宗等给予了热情的指导和帮助;杨凌职业技术学院张淑英教授提出了不少宝贵的建议;山西水利职业技术学院水利工程系、建筑工程系、道路与桥梁工程系和教务处等部门给予了大力的支持。在此谨向他们表示诚挚的谢意!

由于编写时间仓促,编者的理论知识水平和实践经验所限,书中缺点、错误及不足之处在所难免,衷心希望读者对本书提出意见和建议。

编 者  
2012年6月

# 目 录

## 再版前言

绪 论 .....	(1)
思考题 .....	(6)
第一章 水土保持生态建设基本原理 .....	(7)
第一节 基本概念 .....	(7)
第二节 水土流失地带性规律 .....	(9)
第三节 生态系统平衡原理 .....	(16)
第四节 景观生态学原理 .....	(25)
第五节 环境保护与可持续发展 .....	(30)
思考题 .....	(33)
第二章 水土流失形式及影响因素 .....	(34)
第一节 水力侵蚀 .....	(34)
第二节 重力侵蚀 .....	(39)
第三节 风力侵蚀 .....	(40)
第四节 混合侵蚀 .....	(44)
思考题 .....	(45)
第三章 水土保持措施 .....	(46)
第一节 水土保持农业技术措施 .....	(46)
第二节 水土保持生物措施 .....	(50)
第三节 水土保持工程措施 .....	(55)
思考题 .....	(56)
第四章 水土保持工程措施 .....	(57)
第一节 治坡工程 .....	(57)
第二节 治沟工程 .....	(66)
第三节 拦沙坝 .....	(76)
第四节 山洪及泥石流排导工程 .....	(86)
思考题 .....	(88)
第五章 水土保持规划 .....	(90)
第一节 概 述 .....	(90)
第二节 水土保持规划的内容与程序 .....	(92)
第三节 小流域综合治理 .....	(95)
思考题 .....	(98)

<b>第六章 山丘区水土保持生态建设</b> .....	(99)
第一节 坡地水土保持生态建设 .....	(100)
第二节 沟道水土保持综合防治措施 .....	(102)
第三节 河道护岸护滩水土保持生态建设 .....	(105)
思考题 .....	(106)
<b>第七章 城市发展生态工程建设</b> .....	(107)
第一节 城市化对城市生态环境的影响 .....	(107)
第二节 城市水土保持 .....	(112)
第三节 生态城市建设 .....	(116)
思考题 .....	(120)
<b>第八章 风沙区水土保持生态建设</b> .....	(121)
第一节 生物固沙技术措施 .....	(121)
第二节 荒漠化工程防治技术 .....	(125)
思考题 .....	(129)
<b>第九章 水土保持动态监测与监督管理</b> .....	(130)
第一节 水土保持监测的内容 .....	(130)
第二节 水土保持动态监测方法 .....	(132)
第三节 水土保持监测的任务 .....	(136)
第四节 水土保持监督管理 .....	(139)
思考题 .....	(142)
<b>第十章 开发建设项目水土保持</b> .....	(143)
第一节 开发建设项目水土流失防治标准 .....	(143)
第二节 开发建设项目水土保持方案编制概述 .....	(147)
第三节 水土保持方案报告书内容与编制要点 .....	(149)
第四节 开发建设项目水土流失防治技术 .....	(154)
第五节 水利枢纽工程水土保持方案分析 .....	(158)
思考题 .....	(161)
<b>参考文献</b> .....	(162)

# 绪 论

## 一、水土保持对实施可持续发展战略的重要意义

随着高新科学技术的迅猛发展,城市化、工业化进程的加快,以及各类开发建设如公路铁路建设、水利工程建设、电力工程建设、工矿企业建设等项目的增多,致使人类社会经济活动的规模和范围急剧扩张,造成人类对自然资源的过度利用和环境的严重破坏,大面积的草场逐渐退化,森林资源不断减少,自然景观基质严重破碎,导致了生态平衡失调,由此引发了一系列的生态危机。如绿洲沦为荒漠、水土大量流失、干旱缺水严重、洪涝灾害频发、物种纷纷灭绝和温室效应加剧,已成为全球普遍关注的六大生态危机。20世纪70年代初,美国出版的《The Limits to Growth》一书中预言,如果“地球飞船”的人们不改变其运载方式,即控制人口的增长和减少对自然资源的消耗,将会造成全球性的、毁灭性的灾难。这一预测震撼了全球。而就目前而言,各地发生的海啸、地震、旱灾、水灾、森林火灾、沙尘暴、泥石流、滑坡等灾害已使人类开始敬畏自然。水土流失作为头号环境问题已引起世界各国的普遍关注。

森林破坏,植被减少,水土流失与荒漠化加剧,对我国国民经济的发展以及人们的生命财产造成了严重的危害。目前,全国水土流失面积为482万 $\text{km}^2$ ,占陆地总面积的50.8%;全国荒漠化土地总面积263.62万 $\text{km}^2$ ,占国土总面积的27.6%,分布于北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、山东、河南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、西藏、四川、云南、海南等18个省(自治区、直辖市);全国沙化土地面积为173.97万 $\text{km}^2$ ,占国土总面积的18.12%,分布在除上海外的30个省(自治区、直辖市)。严重的水土流失和大面积的土地荒漠化、沙化直接影响着我国经济社会的可持续发展,并成为我国生态安全的最大隐患,威胁着中华民族的生存和发展。联合国发布的《2000年全球生态环境展望》指出,由于人类对木材和耕地等的需求,全球森林减少了一半,9%的树种面临灭绝,30%的森林变成农业用地,地球表面覆盖的80%的原始森林遭到破坏,剩下的20%或支离破碎或残次退化,而且分布极为不均,难以支撑人类文明的大厦。

30多年来,我国在经济发展过程中,愈来愈认识到经济、社会和环境这三者之间不可分割的关系。如各地不断出现的水旱及各种自然灾害等可能与人们在经济发展过程中破坏生态环境、造成水土流失加剧等因素有关。经济社会的发展也使全社会人们的生态环境保护意识进一步增强。水土保持在改善生态环境、保护水土资源、减免自然灾害等方面的作用愈来愈引起全社会的高度重视。

20世纪80年代,美国首先提出了持续农业的概念,持续农业主要强调经济与生态的结合,依靠现代科学技术的进步,协调农业生产发展、资源高效利用和生态环境保护的关系,使生产、生态和经济同步发展,走可持续发展之路。1992年联合国召开环境与发展大会,将可持续发展作为人类对自然资源开发利用及一切人类经济活动的准则,得到了全球



发达国家和发展中国家的一致拥护。

可持续发展即在不危及后代人满足需要的基础上,满足当代人需求能力的发展。其含义为:一是要发展,即指经济增长,人们生活水平的提高;二是这种发展要可持续,即兼顾整体和长远的利益(可持续发展涵盖了当代人之间、当代人与后代人之间及人与环境之间的关系)。

针对水土保持学科的特点,水土保持在可持续发展中的作用主要体现在两个方面,即水土资源的可持续利用和生态环境的可持续维护。这两个可持续是水土保持的最根本的目标。我国目前水土资源面临的形势是:人均耕地占有量不到世界人均水平的40%,人均水资源的占有量相当于世界人均水平的32%。水土资源的有限性和对水土资源需求量不断增长的矛盾日益突出,一旦超过了极限,有可能引发资源危机,因此必须对水土资源进行有效地保护和合理利用,以达到可持续利用,从而推动经济的发展和保障社会的稳定。从我国生态环境的状况看,基础比较薄弱,承载力十分有限。根据2007年中国水土流失与生态安全科学考察的结果,目前我国开发建设强度高出世界平均水平的3~3.5倍,每年开挖搬运的土石方量为380亿t,每年新增水土流失面积1.5万km<sup>2</sup>,约占治理面积的30%,其中80%是开发建设引发的。因此,在大规模基础设施建设和快速工业化、城镇化的新形势下,防治水土流失的任务更加艰巨。现在不仅要治理原有的水土流失,更要防治城市化、各种开发建设项目以及农林部门生产建设等人为所造成的新的水土流失。如不实现水土资源的可持续利用和生态环境的可持续维护,高强度、大规模的开发建设,将可能超出生态环境的支撑能力。

把两个可持续落实到水土保持的实践中,其核心内容为:

(1) 树立和落实可持续发展的理念。保护水土资源和生态环境就是保护生产力,就是保护财富。以水土资源的可持续利用和生态与环境的可持续维护,支撑经济社会的可持续发展。

(2) 树立和落实统筹协调的理念。在防治水土流失方面要始终坚持全面规划,综合防治,尤其要突出预防保护、监督管理和生态修复措施;在区域布局上要全面兼顾,实现东、中、西协调发展,整体推进。

(3) 树立和落实以人为本的理念。把解决群众生产生活实际突出问题如粮食安全、人居环境安全等作为生态建设的前提。

(4) 树立和落实人与自然和谐相处的理念。通过水土保持生态建设以促进经济建设中的生态安全,促进经济、社会和环境的协调发展。

## 二、我国水土流失现状及危害

我国的国土面积为960万km<sup>2</sup>,地势西高东低,山地、丘陵和高原面积约占全国总土地面积的2/3。在总土地面积中,耕地占14.0%,林地占16.5%,天然草地占29.0%,难以被农业利用的沙漠、戈壁、冰川、石山和高寒荒漠等占35.0%。由于特殊的自然地理和社会经济条件,使我国成为世界上水土流失最为严重的国家之一。据2002年遥感普查结果,全国土壤侵蚀面积达482万km<sup>2</sup>,占陆地总面积的50.8%,其中水力侵蚀面积179万km<sup>2</sup>,风力侵蚀面积188万km<sup>2</sup>,水蚀、风蚀面积合计367万km<sup>2</sup>。冻融侵蚀面积125万

km<sup>2</sup>。每年土壤侵蚀总量 50 亿 t。全国所有的省(市、自治区)都不同程度地发生着水土流失,尤以长江上游和黄河中游最为严重。水土流失不仅存在于山区、丘陵区 and 风沙区,而且随着经济社会的不断发展、基础设施建设的增多和城镇化建设规模的不断扩大,大中型开发建设项目区或生产建设活动密集的区域、城市和平原区的水土流失也日趋扩大。

另外,我国水土流失形式多样,类型复杂。水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀和滑坡、泥石流等重力侵蚀特点各异,相互交错,成因复杂。

严重的水土流失给我国经济社会的发展和人民群众的生产生活带来了多方面的危害。

### **(一) 破坏土地, 吞食农田, 威胁人类生存**

水土资源是人类赖以生存的物质基础,是生态环境与农业生产的基本资源。年复一年的水土流失,使有限的水土资源遭到严重的破坏。土层变薄,土地沙化、石化和退化的速度加快,地形被切割得支离破碎,大面积的良田被吞食。据估计,由于水土流失,我国每年损失耕地 6.7 万 hm<sup>2</sup>,每年造成的经济损失达 100 亿元左右,其中西北黄土高原地区、东北黑土区和南方花岗岩“崩岗”地区土壤侵蚀最为严重。黄土高原的土壤侵蚀使得沟头平均每年前进 1~3 m。黑龙江省的黑土区有大型冲沟约 14 万条,已吞食耕地 9.33 万 hm<sup>2</sup>。长江中上游许多地方由于土壤侵蚀导致的石化面积急剧增加,如重庆市的万县每年增加石化面积 2 500 hm<sup>2</sup>,陕西省安康市平均每年增加石化面积近 700 hm<sup>2</sup>。更严重的是,水土流失造成的土地损失,直接威胁到群众的生存,其价值是难以用货币估算的。

### **(二) 降低土壤肥力, 加剧干旱发展**

坡耕地水、土、肥的流失,致使土地日益瘠薄,田间持水能力降低,土壤理化性质恶化,土壤透水性、持水性下降,加剧了干旱的发展,使农业产量低而不稳。据观测,黄土高原平均每年流失的 16 亿 t 泥沙中含氮、磷、钾总量约 4 000 万 t。据统计,全国多年平均受旱面积约 2 000 万 hm<sup>2</sup>,成灾面积约 700 万 hm<sup>2</sup>,成灾率达 35%,而且大部分在水土流失严重的区域。

### **(三) 泥沙淤积河床, 加剧洪涝灾害**

土壤侵蚀造成大量的坡面泥沙被冲蚀下泄,搬运后沉积在下游河道,削弱了河床泄洪能力,加剧了洪水危害。新中国成立以来,黄河下游河床平均每年淤高 8~10 cm,目前很多地段已高出两岸地面 4~10 m,成为“地上悬河”,严重威胁着下游人民生命财产的安全,也成为国家的“心腹大患”。近几十年来,全国各地都有类似黄河的情况,随着土壤侵蚀的日益加剧,各地大、中、小河流的河床淤高和洪涝灾害也日趋严重。1998 年长江流域、松花江流域发生的特大洪涝灾害,在很大程度上表明其中上游地区的土壤侵蚀造成的危害在不断增大的问题,已给国家和人们生命财产造成了巨大的损失。

### **(四) 泥沙淤塞水库、湖泊, 降低其综合利用功能**

水土流失不仅使洪涝灾害频发,而且产生的泥沙和流失的氮、磷及化学农药等有机污染物,引起水库、湖泊等水体的富营养化,污染环境和水源,也严重威胁水利设施及其效益的发挥。山西省自新中国成立以来,修建大、中、小型水库共有 40 多亿 m<sup>3</sup> 的库容,由于土壤侵蚀平均每年损失库容约 1 亿 m<sup>3</sup>,其中汾河水库库容 7.26 亿 m<sup>3</sup>,已淤积了 3.2 亿 m<sup>3</sup>,严重影响到太原市的供水和 15 万 hm<sup>2</sup> 农田的灌溉。由于蓄水量减少,造成了灌溉面积和

发电量的减少及库周生态环境的恶化。

### (五) 影响航运,破坏交通安全

由于水土流失造成河道、港口的淤积,致使航运里程急剧降低。而且每年汛期由于水土流失形成的山体塌方、泥石流等造成的交通中断,在全国各地时有发生。据统计,1949年全国内河航运里程为15.77万km,到1985年减少为10.93万km,1990年又减少为7万多km,水土流失已严重影响到内河航运事业的发展。

### (六) 水土流失使生态环境严重恶化

水土流失主要是由于陡坡开荒、破坏植被和人为开发建设活动扰动地面形成大量的松散固体物质造成的。植被的破坏,造成涵养水源能力的降低,加之松散固体物的增加,导致了洪涝与干旱灾害的频繁交替出现,土地大面积的石化、沙化、退化以及沙尘暴等自然灾害不断加剧,使得生态环境进一步恶化。

水土流失是土地退化和生态恶化的主要表现形式,水土流失对经济社会发展的影响是多方面的、全局性的和深远的,有时甚至是不可逆的。加强水土保持生态建设,直接关系到防洪安全、粮食安全、生态安全和人居安全,而且已成为缓解日趋强化的资源环境约束、加快转变经济发展方式、增强可持续发展能力的必然选择。

## 三、水土保持学与其他学科的联系

《中国水利百科全书·水土保持分册》中水土保持学的定义是:研究水土流失形式、发生原因和规律、水土保持的基本原理,据以制定规划和运用综合措施,防治水土流失,治理江河与风沙,保护、改良和合理利用水土资源,维护和提高土地生产力,以改善农业生产条件,建立良好的生态环境的应用科学。

水土保持学研究的内容可以概括为:①研究各种土壤侵蚀的形式、分布和危害,小流域径流的形成与损失过程,不同土壤侵蚀类型区的自然特点和土壤侵蚀的特征。②水土流失规律和水土保持措施,即研究在不同气候、地形、地质、土壤、植被等自然因素的综合作用下,水土流失发生和发展的规律,以及人为活动因素在水土流失与水土保持中的作用,为制定水土保持规划和设计综合防治措施提供理论依据;研究各项措施的技术问题。③水土流失与水土资源调查和评价的方法,研究合理利用土地资源的规划原则和方法。④水土保持效益,包括生态效益、经济效益和社会效益。

水土保持学的定义和研究内容决定了水土保持学是一门综合性很强的学科,它与许多基础性的自然科学和应用科学都有着密切的联系。如在水土流失规律方面,水土保持学与影响水土流失自然因素的相关学科——气象学、水文学、地貌学、地质学、土壤学等有着密切的联系。如水土保持学与气象学、水文学的关系,各种气象因素和不同的气候类型对水土流失都有直接或间接的影响,并形成不同的水土流失特征。水土保持工作者一方面要根据径流泥沙运行的规律,采取相应的水土保持防治措施,减轻暴雨、洪水、干旱和大风的危害;另一方面通过综合治理,改变大气层下垫面的性状,对局部地区的小气候和水文特征又可加以调节与改善。

水土保持学与应用科学如农业科学、林业科学、水利科学、环境科学等学科以及各类开发建设项目等工程也有着内在的联系。如与农业科学的联系:水土保持是水土流失地

区发展农业生产的基础,通过控制水土流失,改善生态环境,为农业生产创造了高产稳产的基本条件;农业生产中的深翻、改土、施用有机肥、密植、等高耕作以及草田轮作、套种、间作等技术措施,都具有保水、保土、保肥的作用。

水土保持与林业科学有着极为密切的相互联系。在水土流失地区营造大面积的防护林,既具有重要的生产功能,又具有改善生态环境、促进生态系统平衡和防治水土流失的重要作用。在树种选择方面,不仅要求材质优良,综合经济价值高,同时具有耐瘠薄、耐干旱、防风和固土作用强等特性;在造林技术方面,强调与环境改良工程相结合;在林型结构方面,为提高防护效果,采用乔灌混交或乔灌草混交,通过提高郁闭度和覆盖度,提高生物产量和增加地面枯枝落叶层,以达到涵养水源、控制水土流失的目的。

又如水土保持学与水利科学的联系:一方面,水力学为水土流失规律的研究及水土保持措施的设计提供了许多基本原理;水文学的原理与方法对于研究水力侵蚀中径流、泥沙的形成与搬运规律具有重要的意义。水土保持工程设计与水力学、水文学、水工结构、农田水利、防洪、环境水利和水利规划等方面的知识关系密切。另一方面,水土保持又是根治河流水害、开发河流水利的基础,水土保持学的发展也使水利科学得到了充实和发展。在水土流失地区,不管大型的坝、库、渠、闸等水利工程,还是小型农田水利工程的设计、施工与应用,都要受到水土流失的影响,只有与水土保持措施紧密结合,各类工程才能取得良好的运行效果。

#### 四、水土保持生态建设面临的主要任务

水土资源是立国之本,是人类赖以生存和发展的最基本的物质基础。我国人口多、山地多、荒漠多,可利用的水土资源相对贫乏。在经济利益的驱动下,不合理的开发和利用水土资源的现象随处可见,水土流失十分严重,以至于水土流失成为我国最大的生态环境问题,严重阻碍了国民经济的发展。21世纪是人与自然、人与社会和谐发展的重要时期,水土保持作为全国生态环境建设的主体工程和社会经济发展的一项重要基础工程,所面临的主要任务是:

(1) 预防保护,加强监督。重点加强对主要供水水源地、库区、生态环境脆弱区和能源富集、开发集中区域等水土流失的预防保护和监督管理,把项目开发建设过程中造成的人为水土流失减低到最低程度。

(2) 全面规划,综合治理。对区域内的水土保持工作进行全面规划,包括预防保护,监督管理,综合治理、监测监控和科学示范等。继续加强长江、黄河上中游、东北黑土区等水土流失严重地区的治理和防沙治沙工程建设,坚持以小流域为单元进行综合整治。有条件的地方,大力推进淤地坝建设。

(3) 加快生态修复进程。在地广人稀、降雨条件适宜的地区实施水土保持生态修复工程,通过封育保护、封山禁牧,利用生态的自我修复能力促进大范围的水土保持生态建设。

(4) 提高监测预报水平。加强水土流失监测和管理信息系统建设,提高水土流失的监测预报水平,最大限度地减少水土流失所造成的灾害。

## 思考题

- 0-1 简述水土保持对实现可持续发展的重要意义。
- 0-2 了解我国水土流失的现状及其主要危害。
- 0-3 根据水土保持学综合性强的特点,举例说明水土保持与林业科学、水利科学的相互联系。
- 0-4 目前水土保持生态建设面临的主要任务包含哪些方面的内容?

# 第一章 水土保持生态建设基本原理

## 第一节 基本概念

### 一、水土流失

《中国水利百科全书·水土保持分册》中水土流失的定义为:在水力、重力、风力等外营力作用下,水土资源和土地生产力遭受的破坏与损失,包括土地表层侵蚀及水的损失,又称水土损失。土地表层侵蚀指在水力、风力、冻融、重力以及其他外营力作用下,土壤、土壤母质及岩屑、松软岩层被破坏、剥蚀、搬运和沉积的全部过程。水的损失主要指坡地径流损失,即大于土壤入渗强度的雨水或融雪水因重力作用沿坡地流失的现象。水的损失过程和土壤侵蚀过程之间,既有紧密的联系,又有一定的区别。坡面径流损失是引起土壤损失的主导因素。水冲土跑,水与土的损失是同时发生的,但并非所有的坡面径流都会引起侵蚀作用。

### 二、水土保持

《中国水利百科全书·水土保持分册》对水土保持的定义为:“水土保持是防治水土流失,保护、改良与合理利用水土资源,维护和提高土地的生产力,以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益,建立良好生态环境的事业。水土保持的对象不只是土地资源,还包括水资源。保持的内涵不只是保护,而且包括改良与合理利用。不能把水土保持理解为土壤保持、土壤保护,更不能将其等同于土壤侵蚀控制。水土保持是自然资源保育的主体。”

上述概念精辟地概括了水土保持的深刻内涵,明确了水土保持应包括水的保持、土的保持以及水与土的交互作用,即土壤蒸发水分、土壤对水分的保持以及土壤蓄渗、补给地下水等内容。

水土资源是一切生物繁衍生息的根基,更是人类社会可持续发展和生态文明建设的基础性资源。在目前水资源越来越严峻的形势下,水土保持在保护水资源、维护水资源的可持续利用及保护水质等方面的作用更为重要;水土保持在保护土地资源、维护土地资源的可持续利用、充分利用降水资源、减少江河湖库泥沙淤积与江河湖库的非点源污染、减轻洪涝灾害、改善区域生态环境和提高环境容量等方面具有难以估价的作用。

### 三、土壤侵蚀

土壤及其他地面组成物质在水力、风力、冻融和重力等外营力作用下,被剥蚀、破坏、分离、搬运和沉积的全部过程称为土壤侵蚀。

土壤侵蚀的对象并不限于土壤及其母质,还包括土壤下面的土体、岩屑及松软岩层等。在现代侵蚀条件下,人类活动对土壤侵蚀的影响日益加剧,它对土壤和地表物质的剥离和破坏,已成为十分重要的外营力。因此,全面而确切的土壤侵蚀涵义应为:土壤及其他地表组成物质在自然营力作用下或自然营力与人类活动的综合作用下被剥蚀、破坏、分离、搬运和沉积的全部过程。在我国,土壤侵蚀有时作为水土流失的同义词。《中华人民共和国水土保持法》中所指的水土流失包含水的损失和土壤侵蚀两方面的内容。

按土壤侵蚀发生的时期可分为两大类。①古代侵蚀。指人类活动开始影响土壤侵蚀以前,在漫长的地质时期内发生的侵蚀,又称地质侵蚀。②现代侵蚀。发生在人类活动开始影响土壤侵蚀以后,人类活动增大了侵蚀的强度和速度,并使其在原来的基础上加速发展。

土壤侵蚀按外营力可分为水力侵蚀、重力侵蚀、风力侵蚀、混合侵蚀、冻融侵蚀、冰川侵蚀、化学侵蚀、生物侵蚀。

按土壤侵蚀强度可分为正常侵蚀与加速侵蚀两大类。①正常侵蚀。当土壤侵蚀的速率小于或等于土壤形成的速率时,此时不仅不会破坏土壤及其母质,反而对土壤更新起到了促进作用,使土壤的肥力不断提高,这种侵蚀即为正常侵蚀。这种侵蚀起因于自然作用的侵蚀过程,没有受人为活动的影响。在正常情况下,进行的速度非常缓慢,产生的侵蚀量小于或等于成土作用形成的物质量。②加速侵蚀。人类不合理的生产活动或突发性自然灾害破坏生态平衡所引起的侵蚀过程。特别是随着人类大规模的生产建设活动强度的剧增,改变或促进了自然侵蚀的过程,这种侵蚀发展的速度快、破坏性大且影响深远,是防治的主要对象。

#### 四、允许土壤流失量和土壤侵蚀强度

允许土壤流失量在长时期内能保持土壤的肥力和维持土地生产力基本稳定的最大土壤流失量,可简称为维持土地高生产力的最大侵蚀量,单位常用  $t/(km^2 \cdot a)$  表示。允许土壤流失量是划分侵蚀区与非侵蚀区的判别指标,为合理的水土流失控制目标,进行水土保持规划,配置水保措施等提供理论指导。这一概念是在水土保持实践中逐渐形成并不断发展形成的。如我国在水力侵蚀类型区的五个二级分区中规定的允许土壤流失量见表 1-1。

表 1-1 各侵蚀类型区允许土壤流失量

类型区	允许土壤流失量( $t/(km^2 \cdot a)$ )
西北黄土高原区	1 000
东北黑土区	200
北方土石山区	200
南方红壤丘陵区	500
西南土石山区	500

土壤侵蚀强度是指地壳表层土壤在自然营力(水力、风力、重力、冻融等)和人类活动

作用下,单位面积和单位时段内被剥蚀并发生位移的土壤侵蚀量。通常用土壤侵蚀模数来表示,土壤侵蚀模数即单位面积土壤及土壤母质在单位时间内侵蚀量的大小,侵蚀模数中的土壤流失量可以用重量、体积或厚度来表示。

我国的土壤侵蚀强度按照 1997 年 5 月 1 日水利部颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190—96)进行级别的划分。该标准含水力侵蚀强度分级、风力侵蚀强度分级、重力侵蚀强度分级和泥石流侵蚀强度分级等内容。如水力侵蚀的强度分级标准见表 1-2。

表 1-2 水力侵蚀强度分级标准

级别	平均侵蚀模数( $t/(km^2 \cdot a)$ )	平均流失厚度( $mm/a$ )
微度	<200,500,1 000	0.15,0.37,0.74
轻度	(200,500,1 000) ~ 2 500	(0.15,0.37,0.74) ~ 1.9
中度	2 500 ~ 5 000	1.9 ~ 3.7
强度	5 000 ~ 8 000	3.7 ~ 5.9
极强度	8 000 ~ 15 000	5.9 ~ 11.1
剧烈	>15 000	>11.1

## 五、分水岭和侵蚀基准面

每一河流自然形成一个独立的水文网系统,这种属于一个系统的整个集水区面积,即流域面积。集水区的周界成为分水岭。水土流失的范围最高不超过分水线,最低以侵蚀基准面为界。

河流或河谷下切到某一水平面后,河床趋于稳定,逐渐失去侵蚀能力,这个水平面称为河流或河谷的侵蚀基准面。侵蚀基准面是控制沟谷或河谷下切侵蚀的水平面。因此,在水土保持综合防治措施中通过在沟道中采取修谷坊、筑淤地坝以及修筑岸坡护脚工程等措施来稳定或抬高沟道和河道的侵蚀基准面,以达到控制其下切侵蚀的目的。

## 第二节 水土流失地带性规律

自然地理要素(气候、纬度、海拔)在地球表面的规律性组合与分布形成了不同的水土流失类型,即区域不同,水土流失的成因、类型、类型组合及侵蚀强度等不同,采取的防治措施也有差异。

### 一、自然地理环境的地域分异规律

地球表面的太阳辐射量按一定的顺序由北向南呈规律性的排列,以北半球为例,可划分为若干热量带(寒带、寒温带、温带、暖温带、亚热带、热带),与之相应的气候、植物、动物在地表也形成了带状分布的规律。当然由于地球表面是一个非连续的、非均匀的、非相同物质组成的不规则球面,使得地理要素的分布更加复杂化(如海陆面积的数量比例关系、海拔高差的悬殊使自然地理要素在垂直方向上出现了分布差异)。



由于各自然地理要素在地表有其特定的空间位置,即自然地理地带性,而且各自然地理要素相对固定的空间位置也不是孤立存在的,而是某一要素与其他要素不断地进行着相互作用,它们有密切的联系,也即构成了自然地理环境(自然综合体)。二者沿地理坐标确定的方向,从高级单位分化成低级单位的现象,称为地理分异。地理分异是自然界各种自然现象的综合体现,也是人类认识自然、改造自然的基础。

通常由高到低可将地域分异划分为以下等级。

### (一)全球性的地域分异规律

地球表面的4个大洋和6个大陆是自然地理环境的基本分异,除表现为海与陆的强烈对比外,还构成了两种明显不同的陆地生态环境和海洋生态环境,并通过其相互影响,造成次一级的地域分异。

### (二)大陆地域分异规律和大洋地域分异规律

大陆的地域分异规律是贯穿整个大陆的,可分为纬度地带和经度地带两类。

大洋地域分异可分为大洋表层纬向地带性和大洋底层自然区。

### (三)区域性地域分异规律

通常有地带段性(即受海陆分布影响及大地构造—地貌规律地作用在大陆东岸、大陆西岸和大陆内部的区域性表现)、地区性(指在地带段性内部区域性的分异规律,如《中国自然区划草案》中所划分的兴安副区、东北平原副区等22个副区)和垂直带性(山体达到一定高度后沿等高线方向延伸,并随山势高度发生带状更替的规律)三类。

### (四)地方性地域分异规律

地方性地域分异规律主要表现为系列性(即由于地方地形的影响,自然环境各组成成分及单元自然综合体,按确定方向从高到低或从低到高有规律地依次更替的现象)、微域性(受小地形的影响,最简单的自然地理单元既重复出现又相互更替或呈斑点状相间分布的现象)和坡向的分异规律(坡向对光照、水文的再分配,引起植被和土壤出现差异)。

## 二、土壤侵蚀的地理分异

土壤侵蚀是各种侵蚀力与土体相互作用的结果,但是由于地表水分布的差异、热力状况的差异,形成了不同的水土流失形式,以及各种形式分布的自然地理环境是不相同的。如风力侵蚀主要分布在干旱和半干旱地区;冰川、冻融侵蚀分布在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下或 $0^{\circ}\text{C}$ 附近的低温区;而水力侵蚀则分布在降雨量中等而且雨强大或降雨高度集中的地区。我国按水土流失形成的原因可划分为三大水土流失类型区,即水力侵蚀类型区、风力侵蚀类型区和冻融侵蚀类型区。图1-1为全国水土流失类型分区图。各类型区的范围和特点见表1-3。

各大流域、各省(自治区、直辖市)可在全国二级分区的基础上细分为三级类型区和亚区。在此以山西省为例说明三级类型区的特点。