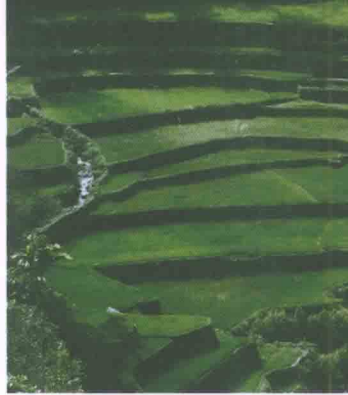


*Soil and Water Conservation
& Desertification Combating:
Theories and Practices*



水土保持与荒漠化防治 理论及实践

主 编 孙 辉

副主编 唐 柳 杨万勤 秦纪洪



四川大学出版社

*Soil and Water Conservation
& Desertification Combating:
Theories and Practices*

水土保持与荒漠化防治 理论及实践

主 编 孙 辉

副主编 唐 柳 杨万勤 秦纪洪



四川大学出版社

特邀编辑:傅 奕
责任编辑:毕 潜
责任校对:许 奕
封面设计:墨创文化
责任印制:李 平

图书在版编目(CIP)数据

水土保持与荒漠化防治理论及实践 / 孙辉主编. —成都: 四川大学出版社, 2009. 11

ISBN 978-7-5614-4673-7

I. 水… II. 孙… III. ①水土保持②沙漠化—防治 IV. S157 P941.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 214084 号

书名 水土保持与荒漠化防治理论及实践

主 编 孙 辉
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5614-4673-7
印 刷 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 12.75
字 数 322 千字
版 次 2010 年 1 月第 1 版
印 次 2010 年 1 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。电话:85408408/85401670/85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请寄回出版社调换。

◆网址:www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

序

水土流失和荒漠化不仅是严重的生态环境问题，而且是饥饿和贫困的根源，并没有因为人类社会经济和技术高速发展所取得的成就而得到有效遏制。目前，全球荒漠化面积已达到 $3.600 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球陆地面积的 $1/4$ ，100 多个国家约 9 亿人口受荒漠化影响。对于受荒漠化威胁的人们而言，荒漠化意味着失去最基本的生存基础。在撒哈拉干旱区的 21 个国家中，20 世纪 80 年代干旱高峰期有 3500 多万人受到影响，1000 多万人背井离乡成为“生态难民”。荒漠化已经不再是一个单纯的生态问题，荒漠化带来的贫困和社会动荡已经演变成国际性的经济和社会问题。在当代公认的全球气候变暖日益加剧的背景下，水土流失和荒漠化对人类基本生存资源的威胁显得更加严重和不可预测。

我国是世界上水土流失和荒漠化最为严重和受威胁程度最高的国家之一。我国国土面积的 65% 是山地，有 $1/2$ 土地处于干旱和半干旱地区，水土流失、土地盐渍化、土地沙化、农田污染等各种退化形式普遍存在，严重威胁着耕地数量和质量，威胁我国的粮食安全和生态安全。据估算，全国每年因为侵蚀而流失的土壤物质大约为 $5.0 \times 10^9 \text{ t}$ ，土壤每年损失 $2.7 \times 10^7 \text{ t}$ 有机质、 $5.5 \times 10^6 \text{ t}$ 氮、 $6.0 \times 10^3 \text{ t}$ 磷和 $5.0 \times 10^6 \text{ t}$ 钾。全国荒漠化土地占国土总面积的 27.5%，沙化土地面积为占国土总面积的 18%；我国东北土壤退化主要是水土流失和黑土有机质下降；东部红壤丘陵区主要是土壤肥力退化普遍，高、中、低肥力等级土壤的面积分别占该区总面积的 25.9%、40.8% 和 33.3%；中南、西南地区受气候条件影响，土壤侵蚀、石漠化和酸雨一直是导致本区土壤退化的重要因素。我国人均耕地仅 0.11 ha，水土流失和荒漠化成为中国的头号生态环境问题，耕地资源安全、粮食安全和生态安全受到严重威胁，如何在水土流失和荒漠化趋势严重的情况下，守住我国“18 亿亩”耕地这根“红线”令人担忧。

在新时期，作为保障国家生态安全的重要组成部分，水土保持与荒漠化防治工作受到前所未有的重视。为全面推动水土保持领域落实科学发展观，促进我国生态与经济可持续发展，国家水利部、中国科学院和中国工程院于 2005 年联合启动了“中国水土流失与生态安全综合科学考察”，这次考察是新中国以来最为全面和系统的水土流失综合考察，并且将水土流失提高到生态安全的高度进行认识。因此，水土保持与荒漠化防治的学科发展应当与新时期国家战略需求相结合，强调理论研究和科技领先，强调治理和实践经验提炼深化。加强相关科学问题的研究，加强水土保持与荒漠化防治高层次科研人才培养，是一项任重道远的任务。

水土保持与荒漠化防治是一门理论性、系统性和实践性很强的交叉学科，涉及土壤学、林学、生态学、水土保持学、生态经济学、环境科学和社会学等多学科的研究与系统集成。

孙辉博士及其合作者以他们从事水土保持与荒漠化防治的科学研究成果和研究生教育心得，结合国内外最新的水土流失综合治理与土壤荒漠化防治理论及实践，编写了《水土保持与荒漠化防治理论及实践》这部研究生教材。该教材系统地介绍了国内外水土保持与荒漠化防治理论研究进展、坡地土壤侵蚀及防治技术、我国水土保持实践、荒漠化研究及现状评价指标体系、我国区域荒漠化防治的理论及实践以及水土保持实务等，具有较强的系统性、科学性和创新性，是当前国内首部结构完整、内容新颖的研究生教材，具有很高的学术价值。相信该书的出版，会为广大从事水土保持与荒漠化防治的科技工作者、研究生和本科生提供有益的参考工具，为我国水土保持与荒漠化防治专业的人才培养提供重要参考教材，推动我国水土保持与荒漠化防治学科的进一步发展。

中国科学院院士



2009年7月

前 言

水土流失被称为我国的头号生态环境问题。目前,我国水土流失面积达 $3.56 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占国土面积的 37%, 已成为威胁我国生态安全、经济社会可持续发展、构建和谐社会的重要制约因素。第一, 水土流失直接导致耕地数量和质量的下降, 加剧我国人地关系紧张的矛盾, 威胁我国的耕地资源和粮食生产安全。第二, 严重的水土流失不仅威胁我国的耕地资源和粮食安全, 而且对我国的生存环境构成巨大威胁。第三, 水土流失不仅会破坏土壤结构, 降低土壤的水源涵养功能和保蓄水肥的能力, 而且会导致江河、湖泊和水库的泥沙淤积, 从而加速暴雨径流的汇集过程, 降低水库的调蓄和河道的行洪能力, 加剧水土流失区的旱灾以及流域洪涝灾害发生的频率和强度, 进而威胁航道安全和一些大型水电工程的安全运行。第四, 水土流失不仅是我国生态环境恶化的重要特征, 而且是贫困的根源。此外, 中国 90% 以上的贫困人口生活在生态环境比较恶劣的水土流失严重地区, 在一些水土流失严重的地区, 地力下降, 产量下降, 已形成“越穷越垦、越垦越穷”的恶性循环。普遍认为, 水土流失是不利的自然因素与不合理的人类活动干扰及其叠加效应引起的土壤和水分发生位移的过程和现象, 而不合理的人类活动干扰(如耕作技术落后、植被破坏)和贫困是水土流失区生态退化的根源。这意味着, 有效治理水土流失不仅要克服不利的自然因素, 而且要与水土流失区的脱贫致富相联系, 因此, 水土流失综合治理不仅是事关区域和国家生态安全的重大科学技术问题, 而且是事关区域可持续发展的生态、环境和经济社会问题。

我国不仅是世界上水土流失较为严重的国家之一, 而且是土地荒漠化最为严重的国家之一。我国现有荒漠化土地面积约为 $2.64 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占国土面积的 27.5%。作为土地退化的一种极端形式, 土地荒漠化会导致耕地资源减少, 耕地质量降低, 土地生产力下降, 威胁到我国的粮食安全, 我国每年因土地荒漠化和土地沙化的直接经济损失就高达 540 亿元。在干旱半干旱地区和喀斯特地区, 水土流失与荒漠化的叠加效应对区域生态安全、耕地资源安全和生存环境的影响更为严重。可见, 水土流失综合治理与荒漠化防治的理论和实践是一项集农学、林学、生态学、水土保持学、生态经济学、环境科学和社会学的系统生态工程, 水土保持与荒漠化防治的理论研究、科学实践以及高层次科研人才的培养是一项任重道远的科研和教学任务。

因此, 为适应新世纪我国水土保持与荒漠化防治专业高层次人才培养的需求, 促进本学科发展和基础教材建设, 我们编写了这部具有中国特色的《水土保持与荒漠化防治理论及实践》教材。本教材具有三个显著的特点: ① 在内容上, 本书主要来源于我国水土保持与荒漠化综合防治的科研成果和实践; ② 在学术思想上, 本书强调基础理论研究与生态环境治理实践有机结合的学术思想, 强调生产与生态的耦合作用, 强调水土流失区和荒漠化区生态建设与区域经济社会发展的双赢共建目标; ③ 在理论框架和结构上, 力求做到理论与实践

的有机结合。本书尽可能在体系上对本学科作一个比较系统全面的介绍，较多地考虑了不同学科背景的研究生学习的需要，以及教材的实用性、逻辑性、系统性、科学性和创新性，而对有些章节的专业深度有所削弱。

全书共分 9 章。第 1 章主要阐述了我国水土保持与荒漠化防治的学科发展以及水土保持与荒漠化防治学科的任务与目标。第 2~4 章重点论述了水土保持的基础理论、坡地土壤侵蚀机制及防治、我国水土保持实践的现状以及道路工程水土流失、矿山水土流失、冻融侵蚀及其防治。第 5~8 章介绍了荒漠化及其成因、中国荒漠化和沙化及其防治现状、荒漠化研究及现状评价指标体系，以及中国荒漠化防治技术与实践。第 9 章简要介绍了水土保持实务。

尽管多次易稿，尽力完善，但由于我们的学识和水平有限，研究积累不够，教学经验缺乏及受学科背景的限制，加之时间仓促，书中难免存在观点和认识上的不足和不妥之处，恳请专家和读者批评指正！

编者

2009 年 5 月

作者简介

孙辉，博士，38岁。目前为四川大学环境科学与工程系副研究员、硕士生导师。主要从事全球变化的区域响应、水土保持与荒漠化防治以及环境土壤学方面的科研和教学工作。先后主持国家自然科学基金、国家科技支撑平台等项目，发表学术论文80余篇。

唐柳，博士，36岁。现为四川大学工程设计研究院副院长、副总工程师、高级工程师。先后主持了大量与水土保持和生态修复相关的建设项目与工程设计，特别是主持了西藏自治区的路网建设和改造工程的勘察设计、生态恢复与灾害治理设计、水土保持工程设计等大型建设项目30余项，获省部级奖多项，发表学术论文10余篇。

杨万勤，博士，40岁。四川农业大学林学院教授，博士生导师，教育部新世纪优秀人才支持计划入选者。主要从事土壤生态学、水土保持与荒漠化防治以及恢复生态学方面的科研与教学工作。先后主持国家自然科学基金、科技部、教育部、省科技厅等项目10项，发表学术论文80余篇。

秦纪洪，博士。现为成都大学城乡建设学院讲师，近年来先后在流域水土保持、退化生态系统恢复重建、森林水土保持等方面作了比较深入的研究工作，先后主持了由国际科学基金会（IFS）等资助的项目，在国内外发表学术论文数篇。

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 我国水土保持与荒漠化防治的学科发展	(1)
1.2 水土保持与荒漠化防治学科的任务与目标	(9)
第 2 章 水土保持基础理论	(17)
2.1 土壤侵蚀及其基本过程	(17)
2.2 土壤侵蚀预测的基本模型	(27)
2.3 放射性核素 ¹³⁷ Cs 在土壤侵蚀研究中的应用	(32)
2.4 其他示踪技术及方法在土壤侵蚀研究中的应用	(37)
第 3 章 坡地土壤侵蚀及防治技术	(43)
3.1 坡地土壤侵蚀	(43)
3.2 坡面土壤侵蚀临界坡度	(46)
3.3 坡耕地水土保持技术	(51)
第 4 章 我国水土保持实践	(58)
4.1 我国水土保持现状	(58)
4.2 道路工程水土流失及其水土保持	(65)
4.3 矿山水土流失及治理	(72)
4.4 草地水土流失及其防治	(79)
4.5 冻融侵蚀及防治	(83)
第 5 章 荒漠化概述	(89)
5.1 荒漠化及其成因	(89)
5.2 中国荒漠化及其防治现状	(95)
第 6 章 全球荒漠化评价及研究现状	(101)
6.1 荒漠化研究现状	(101)
6.2 荒漠化评价指标体系研究	(104)
6.3 全球主要的荒漠化地区及其治理	(113)

第 7 章 中国北方荒漠化及其防治	(126)
7.1 我国北方土地荒漠化	(126)
7.2 我国北方荒漠化的防治	(129)
第 8 章 我国南方水蚀荒漠化及其防治	(139)
8.1 我国南方红壤退化与荒漠化	(139)
8.2 西南喀斯特地貌区石漠化及其防治	(143)
8.3 横断山区干旱河谷荒漠化及其治理	(154)
8.4 我国水蚀荒漠化防治策略	(162)
第 9 章 水土保持实务	(172)
9.1 水土保持规划	(172)
9.2 开发建设项目水土保持方案	(177)
9.3 水土保持监测	(186)
后 记	(193)

第1章 绪论

1.1 我国水土保持与荒漠化防治的学科发展

水土保持 (soil and water conservation) 是研究水土流失防治、水土资源开发和持续利用,提高农业生产、保护和改善生态环境的综合性的科学技术体系。水土保持实际上是针对水土流失而言,水土流失是一个自然现象和自然进程,但因受到人类活动的影响越来越加剧和恶化。荒漠化防治 (desertification combating) 就是揭示不同时空环境特征下土地荒漠化的发生与演变规律和机制、探索评价方法和预警手段;研究在现有技术和社会经济条件下,进行改善与重建区域荒漠化生态系统结构与功能的技术模式、法规政策、社会组织、实施途径等方面的综合性学科。水土保持和荒漠化防治学科的理论主要来源于两个方面:其一是人类长期与水土流失和荒漠化发展斗争的教训、经验和规律的总结;其二是现代科学意义上的各种系统化实验和理论化研究,以及结合实验研究的理论和有关最新科技成果形成的技术系统。因此,在此基础上产生的“水土保持与荒漠化防治”既是一门古老的应用技术,也是一门结合有关当代新兴科技的边缘交叉学科。

在实践方面,水土保持与荒漠化防治是我国生态环境建设的必由之路,是在自身理论和技术支持下,农业、林业、水利等各个部门协同的生态环境保护体系的建设。新中国成立几十年来,我国水土保持与荒漠化防治在机构设置、研究、实践与教育培训方面均取得了突飞猛进的发展,为国民经济发展和生态环境建设做出了突出的贡献,且在日益注重生态文明、人与自然协调发展的国际潮流下,其发展前景将更加广阔。

1994年《联合国关于在发生严重干旱和/或荒漠化的国家(特别是非洲)防治荒漠化的公约》(United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and / or desertification, particularly in Africa)(以后简称《荒漠化防治公约》)签署以后,关于荒漠化概念的争论基本结束,《公约》阐述的荒漠化概念得到了国际学术界和政府的普遍认同。《水土保持与荒漠化防治》也在1994年成为国家高等院校专业调整后确定的一个独立的学科。尽管“水土保持”和“荒漠化防治”在内容上存在相互重叠,但“荒漠化防治”是一个区域概念,即主要针对荒漠化地区。“水土保持”专指山丘区和风沙区,二者很大程度在地理区域上和生态环境后果方面是互补的。因此,《水土保持与荒漠化防治》逐步发展成为一个包含了各类侵蚀和荒漠化特征、基本覆盖了我国全部区域、完整的应用基础学科体系。

1.1.1 我国水土保持学科的发展历程

1.1.1.1 我国古代的水土保持

水土保持在我国是最为古老的学科之一。我国作为文明古国和重要的农业文化发祥地之一，水土流失危害在很早以前就受到重视，水土保持技术措施也在很早就得到发展。在农田治理方面，不同区域先后发展了畎田法（在田中开沟渠，高者为“亩”，低者为“畎”，以排水或者保墒，与后来发展的垄作有类似作用）、区田法（“区”意为地平面下的洼陷，即开沟点播和开穴点播，以防风防旱和保墒保肥，这是比较适应北方和干旱区水分环境特征的一种耕作技术）、梯田法（如红河哈尼梯田已有 1300 年历史，广西龙胜梯田的历史也有 600 余年）、引洪淤灌（有灌溉、提高土壤肥力、治理盐碱化、增加土层厚度等作用，战国以来逐渐发展，主要是黄河中下游和北方的其他一些流域）。

此外，水利灌溉设施在我国古代也不断发展和完善。在南方，主要有陂塘堰坝工程和自流灌溉工程。陂塘等水利灌溉设施很早就有应用的记载，陂塘堰坝主要建于雨量充沛但水流流失严重的山丘区，解决农业生产的季节性干旱问题。典型的古代大型陂塘工程以公元前 600 年左右楚国在淮南修建的芍陂为最早；两汉时期，汉中、南阳、汝南地区陂塘工程非常发达，东汉时进一步向南方发展，浙江绍兴的鉴湖、余杭的南湖工程规模都很大；还创造了陂渠串联工程类型，对水资源更充分地加以调节利用，增加灌溉面积，提高灌溉保证率。闻名天下、建于公元前 256 年的都江堰水利枢纽工程就是一个有着 2000 多年历史的因势利导的自流灌溉工程，同时还实现了无坝引水，使堤防、分水、泄洪、排沙、控流诸多功能相互依存形成一个综合体系。

1.1.1.2 我国水土保持学科的兴起

在水土保持学科建设、水土保持理论探讨和试验研究方面，我国在 20 世纪 20 年代初即开展有关工作。一些水土保持的研究院校，如金陵大学农科所、民国时期的前黄河水利委员会、四川大学农学院等，陆续在山西、山东、四川、福建等地开展水土保持技术措施的试验工作，并于 1945 年成立了中国水土保持协会。

但是，水土保持作为一门独立的学科体系，还是在新中国成立以后才逐步发展和完善起来的。1952 年政务院发出了《关于发动群众继续开展防旱、抗旱运动并大力推行水土保持工作的指示》；1956 年成立国务院水土保持委员会之后，1957 年国务院发布了《中华人民共和国水土保持暂行纲要》，并相继成立了全国水土保持管理机构、科学研究机构；1958 年北京林业大学建立了水土保持专业；1964 年国务院制定了《关于黄河中游地区水土保持工作的决定》。

1.1.1.3 我国水土保持学科的发展

1950—1980 年，我国水土保持主要集中在黄土高原地区，以及解决黄河泥沙、基本农田建设和粮食生产方面。特别是 20 世纪 70 年代兴修水利和基本农田建设，使黄土高原筑坝淤地、机械修梯田、引水拉沙、引洪漫地等技术得到快速发展。这一时期水土保持的根本任务是解决江河泥沙、建设基本农田和提高粮食产量。这期间曾先后召开了 4 次全国水土保持

工作会议。1982年,国务院批准颁布了《水土保持工作条例》。1983年以来,我国开始总结、推广和实施小流域综合治理,当年国家即安排财政专项资金开始实施八大片水土流失重点防治工程。1986年安排中央水利基建,投资实施黄河中游治沟骨干工程,逐步形成了北方以小流域为单元,实施山、水、田、林、路综合治理的一整套技术体系。1988年长江发生洪灾,水土保持在治理江河中的作用引起人们的重视,1989年国家在长江上中游实施水土保持综合治理工程。经过近20年的努力,形成了以坡改梯、坡面水系工程、林草配置相互结合的适应于南方丘陵山地的山、水、田、林、路综合治理技术体系。

这期间,逐步形成和完善了小流域治理模式,并正式推广应用。在小流域治理中以小流域为单元,实行山、水、田、林、路的全面规划和综合治理。对工程措施、农业技术措施和林草措施进行优化配置,形成综合防治体系。以可持续发展为目的,治理与开发相结合,治理与治穷致富相结合。突出水土流失治理的生态效益,同时重视经济效益和社会效益。因此,以小流域为单元的综合治理和建设生态经济型小流域成为水土保持工作的核心任务,目的仍然是通过水土保持改善农村基础设施条件,提高农业综合生产能力,解决农村粮食自给,发展农村经济,使农民脱贫致富。

1.1.1.4 我国水土保持学科体系的完善

1991年第七届人大常委会第20次会议通过了《中华人民共和国水土保持法》,此后我国的水土保持研究和治理步入法制化轨道。20世纪90年代中后期,随着国家基本建设规模扩大,开发建设项目的水土流失问题引起国家的高度关注,在水土保持方案编制和审批、水土保持设施建设、水土保持监测、水土保持监理、水土保持执法检查和竣工验收方面形成了一整套完整的制度和技术体系,进一步完善水土保持学科理论和实践体系。

1998年长江特大洪灾害以后,国家进一步加大水土保持投入,在继续实施并扩大原有水土保持重点工程建设规模的基础上,又先后启动实施了中央财政预算内专项资金的水土保持重点治理工程,如晋陕蒙砒砂岩区沙棘生态工程、京津风沙源区水土保持工程、首都水源区水土保持工程、黄土高原淤地坝工程等,并利用世界银行贷款实施了黄土高原世界银行贷款一期、二期水土保持重点工程项目。为了保护东北黑土区和珠江上游南北盘江石灰岩区的土壤,保障粮食和生态安全,国家2000年开始在该地区开展水土流失综合防治试点工程。2006年,云、贵、鄂、渝四省市世界银行贷款水土保持工程又正式立项。

进入2000年以来,随着国家经济的发展,水土保持投入不断加大,“十五”期间全国水土保持总投入达到122.6亿元,其中中央投资81.6亿元,地方配套28.5亿元,利用外资1.50亿美元,共完成综合防治面积 $5.4 \times 10^5 \text{ km}^2$,其中初步治理面积 $2.4 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。截至2005年底,全国累计水土流失治理保存面积达到 $9.254 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。“十一五”规划纲要明确提出水土保持工程为国家生态保护重点工程。2007年5月,国务院批准了东北老工业基地振兴规划,其中粮食安全保障是四大任务之一;2007年6月,国务院又批准开展西南地区石漠化防治规划,重点解决其土壤保护、粮食生产和经济发展问题。现有水土保持措施每年可减少土壤流失 $1.5 \times 10^9 \text{ t}$,增产粮食 $1.8 \times 10^{10} \text{ kg}$,全国有1200多万人通过水土保持解决了温饱,摆脱了贫困。就全国而言,江河、湖泊和水库泥沙淤积,干旱与洪涝灾害,以及由此而引起的防洪安全、粮食安全、农村经济发展滞后,仍是当前和今后一段时间需要解决的问题。

1.1.1.5 我国对水土保持学科的认识过程

《中国水土保持概论》中认为“‘水土保持学’是在劳动人民防治水土流失灾害,发展农业生产的实践中产生和发展起来的一门学科,它的主要任务是研究地表水土流失的形式,发生和发展规律与控制水土流失的基本原理、治理规划、技术措施及其效益等,以达到合理利用水土资源,为发展农业生产、治理江河与风沙、保护生态环境服务”。《中国大百科全书·水利》(1987)认为“‘水土保持学’是一门研究水土流失规律和水土保持综合措施,防治水土流失,保护、改良与合理利用山丘区和风沙区水土资源,维护和提高土地生产力,以利于充分发挥水土资源生态效益、经济效益和社会效益的应用技术学科”。《中国水利百科全书·水土保持分册》(2004)认为“‘水土保持学’是研究水土流失形式、发生原因和规律、水土保持基本原理,据以制订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学科”。总的来看,前期对水土保持的认识主要集中在发生原因、规律的认识,以及防治技术措施的研究和应用,近期越来越重视水土流失机理和过程方面的认识。

1.1.2 我国荒漠化防治学科的发展

1.1.2.1 荒漠化的内涵

荒漠化(desertification)被认为是法国植物学家Aubreville于1949年首先提出的。他首次把由于滥伐和盲目烧荒造成的非洲热带森林向热带草原演化的过程称为“荒漠化”。1977年,在肯尼亚内罗毕召开的联合国荒漠化会议对“荒漠化”提出了明确定义。国际上其后对荒漠化的概念和内涵进行了深入探讨,并相继提出了100多个定义。1992年在巴西里约热内卢召开的“联合国环境与发展大会”提出了荒漠化定义,该定义经过1993年和1994年“国际荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)”的多次讨论,在正式通过的《荒漠化防治公约》中采用,将“荒漠化”定义为“包括气候变异和人类活动在内的种种因素作用下,干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地退化”。

我国对沙漠的研究起步较早,20世纪50年代初就开始了大规模的沙漠考察、防沙治沙活动。1977年国际荒漠化大会以来,我国将“desertification”译为“沙漠化”,并将其定义为“在脆弱生态条件下,由于人为过度的经济活动,破坏了生态平衡,使原非沙漠的地区出现类似沙质荒漠景观的环境变化过程”,或“原非沙漠地区出现了以风沙活动为主要特征的类似沙质荒漠景观的环境变化”。可以看到,“沙漠化”与《公约》中的荒漠化定义尚存在一定的分歧,主要表现在:①地理区域不同,《公约》中明确规定“荒漠化”发生在“干旱、半干旱及亚湿润干旱区”,而沙漠化未作上述限定。②成因不同,《公约》中“荒漠化”的成因既包括气候变化等自然因素,又强调人为活动的影响,而“沙漠化”则突出人为活动的影响。③内涵不同,《公约》将荒漠化定义为“土地退化”,而沙漠化则为出现类似沙质荒漠景观的“环境变化”或“环境退化”。

因此,“荒漠化”概念的内涵实质上涵盖了我国的“沙漠化”,我国当时研究的沙漠化的区域更多是指我国北方和西北的干旱和半干旱风沙区和潜在风沙地区,我国早期所谓“沙漠化”只是一种表现形式比较严重的“荒漠化”。直到1994年《荒漠化防治公约》的签署,我

国才将“desertification”统一改译为“荒漠化”，统一到国际公约和国际公认的理解。近年来，我国对荒漠化区域的理解更有进一步扩大的趋势，比如我国南方地区因为水蚀严重而导致的土壤退化被称为“水蚀荒漠化”，我国西南喀斯特地区由于严重的水土流失而形成的环境退化被称为“石质荒漠化”，这些都是发生在我国南方湿润地区的土地退化，区域远远超出《公约》限定的“干旱、半干旱和亚湿润地区”。

1.1.2.2 我国荒漠化防治学科萌芽阶段

我国荒漠化防治学科萌芽期为新中国成立到20世纪50年代后期。这里需要指出，此阶段所谓的荒漠化防治也主要是指“防沙治沙”。新中国成立后，面对西北、东北、内蒙古、河北、河南等地遭受的严重风沙灾害，中央政府在石家庄成立了直属中央林垦部的冀西沙荒造林局，1950年西北区又在陕西榆林成立了直属西北林业局的陕北防沙林场，并在河北、豫东、东北西部、西北等地着手建设大型防护林。到1958年，内蒙古全区营造防风固沙林近 3.0×10^5 ha，封沙育草 2.6×10^6 ha；陕北共造林 2.0×10^5 ha，封沙育草 4.3×10^4 ha；甘肃民勤共造林 9.51×10^4 ha，封沙育草 2.3×10^5 ha。

由于大面积治沙的需要，我国开始了荒漠化防治科学研究工作。但这时的研究主要是介绍和总结群众治沙防沙的经验，如《中国林业》1952年发表的《伟大祖国的林业建设》中介绍了河北沙区群众的治沙经验；1957年在《陕北沙地造林》中介绍和总结了陕北群众的治沙经验；在《战胜了风沙的苏山乡》中介绍了甘肃民勤群众的治沙经验。在这期间还通过聘请苏联专家，学习当时苏联的一些治沙经验。总体上说，这一阶段为学科起步阶段，科技论著很少。

1.1.2.3 我国荒漠化防治学科兴起阶段

20世纪50年代末到60年代中期为沙漠化定点试验和综合考察阶段。20世纪50年代末，我国防沙治沙的研究进入第一个高潮。1958年，在陕西榆林、甘肃民勤等沙区进行了首次飞机播种造林种草试验，同年在呼和浩特召开了“内蒙古及西北六省区治沙规划会议”，制定了“全党动手，全民动员；全面规划，综合治巡；除害与兴利相结合，改造与利用相结合；因地制宜，因害设防；生物措施与工程措施相结合，大量造林种草与巩固现有植被相结合”的治沙方针。1959年由800多名科技人员组成的中国科学院治沙队成立，同年在内蒙古及西北六省区建立了6个治沙综合试验站，在我国初步形成了定点试验研究布局。

随后又有20个治沙研究中心站和32支沙漠考察分队相继成立，对我国各大沙漠和沙地进行了长达3年的综合考察，取得了大量科学资料，基本上摸清了我国沙漠面积、类型、分布、成因、资源、自然和社会经济状况等。随着治沙工作的迅速开展，治沙专门人才培养问题提到了议事日程。兰州大学、北京林学院（现北京林业大学）开设了治沙课程，1960年内蒙古林学院正式成立了治沙专业，1962年中国科学院治沙队改为中国科学院地理研究所沙漠研究室，1965年在兰州筹建了我国第一个沙漠环境风洞实验室。我国治沙方面的产、学、研格局初步形成，为我国防沙治沙事业的发展奠定了基础。这一时期翻译出版了许多国外有关治沙防沙方面的专著和论文，研究沙漠的专著也陆续出版。

1.1.2.4 我国荒漠化防治学科停滞阶段

20世纪60年代中期到70年代中期，治沙科研机构、设备甚至资料均遭到了严重破坏，

科研受到极大干扰,大部分试验研究工作中断,只有零散的研究还在进行,论著和译著很少。

1.1.2.5 我国荒漠化防治学科的恢复阶段

20世纪70年代后期到80年代末期为我国水土保持科学的恢复与发展阶段。我国的防沙治沙及其科教工作也进入了恢复发展阶段。1978年8月,国家林业局将《关于在西北、华北、东北风沙危害和水土流失重点地区建设大型防护林的规划》上报党中央、国务院,11月党中央、国务院批转了“三北”防护林建设规划。“三北”第一期工程建设,中央和地方组织了25000多名专业人员进行实地考察、勘测,用了两年多时间又制定了第二期工程规划设计,建设范围由369个县扩大到466个县,总面积由347 km²扩大到395 km²。因而,生产、科研、教学机构相继恢复。这一时期防沙治沙工作主要是“三北”防护林建设和总结过去的治沙成果。

1.1.2.6 我国荒漠化防治学科全面发展阶段

20世纪90年代以来,我国荒漠化防治进入了迅速发展的新阶段。1991年7月国务院在兰州主持召开全国治沙工作会议,把荒漠化防治纳入了国民经济和社会发展规划,国务院批准了《1991—2000年全国治沙工程规划要点》,当时林业部制定了《1991—2000年全国治沙工程规划》,其内容包括荒漠化防护工程、治理工程、开发工程等。同年全国治沙工作协调小组成立,1992年成立了中国治沙暨沙业学会,1993年全国治沙工作协调小组更名为中国沙漠化协调小组,同时林业部成立了林业部治沙办公室(现为国家林业局荒漠化防治管理中心)、中国防治荒漠化培训中心(挂靠北京林业大学)。中国政府于1994年10月签署了《联合国防治荒漠化公约》,编制了《中国执行联合国防治荒漠化公约国家行动方案》和《中国防治荒漠化国家报告大纲》,对中国荒漠化现状及其防治概况、荒漠化防治战略目标、荒漠化防治重点建设项目、方案实施的保障、协调组织实施机构、国际合作、费用与筹措途径等作了详细的阐述,它标志着我国荒漠化防治工作已和国际接轨,进入规模化、效益化和稳步推进发展的新阶段。同时还编制了《中国21世纪议程——林业行动计划》、《中国环境保护21世纪议程》,把荒漠化防治作为改善生态环境、促进我国生态环境建设和可持续发展的首要任务。

到1994年,我国已有14个省成立了防治荒漠化协调小组,24个省市区林业厅局成立了防治荒漠化办公室,荒漠化防治管理组织机构逐渐健全。1995年,我国根据履行《联合国防治荒漠化公约》和贯彻《中华人民共和国防沙治沙法》的需要,成立了“中国荒漠化监测中心”(挂靠国家林业局规划设计院)、“中国防治荒漠化研究发展中心”(挂靠中国林业科学研究院)。1997年中国防治荒漠化培训中心主办了《世界防治荒漠化信息》,专门收录国外的成果经验以及国际活动交流信息。教育领域也取得了长足的进步,对于荒漠化有了更深刻的认识。1995年以来,将每年的6月17日作为“防治荒漠化和干旱世界日”,加强对公众意识教育的宣传活动。

由于国家高度重视,防治荒漠化工程发展迅速,这一阶段荒漠化防治成绩突出,相应的防治荒漠化科学研究更加深入,报道的重大科技成果明显比以往各阶段增多,学术交流更加频繁,介绍国外荒漠化防治信息的论文数量比过去要多。自1990年以来,流沙固定、飞播造林种草、铁路(公路)防沙减灾、生态防护林体系建设、小流域综合治理、盐碱地改

造、退化草地改良、矿山复垦、沙地节水灌溉、大范围绿化、荒漠化监测技术、荒漠化评价指标体系以及 3S 技术在荒漠化防治领域中的应用等，在理论和实践方面均取得了明显的进展。

这一时期，国家先后建立和发展了一系列的研究单位和定位研究站点。1978 年成立了中国科学院兰州沙漠研究所，中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所、内蒙古林学院治沙系、甘肃省治沙研究所、陕西省治沙研究所等研究机构也相继得到了扩展。同时新建了一大批野外与沙漠或沙漠化相关的观测研究试验站点。特别是中国科学院沙漠与沙漠化重点实验室和绿洲生态与荒漠环境重点实验室、沙坡头沙漠试验研究国家站、内蒙古奈曼沙漠化试验研究国家站、临泽内陆河流域综合观测研究国家站、阜康荒漠生态系统观测试验国家站、策勒沙漠研究国家站、阿克苏绿洲农业国家站、荒漠绿洲生态环境建设工程技术研究中心等机构的相继建设和完善，为我国荒漠与荒漠化科学的发展建立了系统和稳定的室内野外观测、实验和研究平台。

在这个阶段大批荒漠化方面的科研成果不断涌现。一些科研成果获得国家或省部级奖励，具有代表性的成果分别获得国家科技进步奖和联合国颁发的“全球 500 佳”及“拯救干旱土地成功业绩”奖等。一批相关科学刊物相继出版发行，促进了荒漠与荒漠化学科的学术交流，如《中国沙漠》、《干旱区研究》、《干旱区地理》、《干旱区资源与环境》、《世界沙漠研究》等，既为有关科研成果的发表提供平台，也是整个学科不断走向完善和成熟的标志。

1.1.3 我国水土保持与荒漠化防治取得的主要成就

我国水土保持科技的发展取得了可喜的成就，在水土保持学科体系建设、水土流失规律与土壤侵蚀机理、动态监测与效益评价、以小流域为单元的水土流失综合治理与试验示范等方面取得了较大的进展。同时形成了一支高效的水土保持科研队伍，对学科发展、科学决策、水土保持科技传播发挥了积极的推动作用。

1.1.3.1 构建了具有中国特色的水土保持与荒漠化防治体系

水土保持科学是揭示水土流失过程及其与环境关系，开发水土流失治理和生态建设技术，提出水土保持方略的科学与技术体系。初步建立了具有中国特色的水土保持体系，包括以土壤侵蚀学、流域生态与管理科学、区域水土保持科学等为基础的理论体系，以水土保持工程技术、林业技术与农业技术为主的技术体系和以水土保持基础信息设施，水土保持监测网络为主的基础支撑体系。在水土保持理论方面，深入研究了中国特色土壤的侵蚀机理与过程，对构建中国特色的土壤侵蚀模型进行了有益的探索；在小流域治理方面，建立了富有中国特色的流域管理科学体系；在区域性水土保持研究方面，提出了中国土壤侵蚀分类分区系统，摸清了中国土壤侵蚀的宏观规律和治理的重点区域。

在荒漠化防治方面，我国在荒漠化概念与评价指标体系，荒漠化土地分类、分级指征体系，荒漠化形成与发展机制，荒漠化土地空间格局及其形成机理，荒漠化与全球变化关系，荒漠化的动态监测与预警系统，以及荒漠化土地可持续防治理论、技术和战略等方面，均已建立了较为完善的学科体系。由于我国对荒漠化的一些关键领域如沙漠化的防治极其重视，我国在荒漠化防治的理论研究和很多领域都处于国际前沿水平。