

淮河流域土石山区 土壤侵蚀环境特征与水土保持 生态功能评价

CHARACTERISTICS OF SOIL EROSION ENVIRONMENT AND EVALUATION OF
ECO-SYSTEM SERVICE FUNCTION OF SOIL CONSERVATION IN MOUNTAIN AREAS
OF HUAIHE RIVER BASIN

姚孝友 肖 幼 张 旻 孙希华 等著



河海大学出版社

淮河流域土石山区 土壤侵蚀环境特征与水土保持 生态功能评价

Characteristics of Soil Erosion Environment and Evaluation of
Eco-system Service Function of Soil Conservation in Mountain Areas
of Huaihe River Basin

姚孝友 肖 幼 张 旻 孙希华 等著

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

淮河流域土石山区土壤侵蚀环境特征与水土保持生态功能评价/姚孝友等著. —南京:河海大学出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-5630-2644-9

I. 淮… II. 姚… III. ①淮河—流域—山区—土壤侵蚀—研究 ②淮河—流域—山区—水土保持—研究 IV. S157

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 141881 号

书 名	淮河流域土石山区土壤侵蚀环境特征与水土保持生态功能评价
书 号	ISBN 978-7-5630-2644-9/S · 59
责任编辑	陈玉国
封面设计	张世立
出版发行	河海大学出版社
地 址	南京市西康路 1 号(邮编:210098)
电 话	(025)83737852(总编室) (025)83722833(营销部)
排 版	南京理工大学资产经营有限公司印刷分公司
印 刷	扬中市印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16 22.75 印张 600 千字
版 次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
定 价	80.00 元

前 言

土壤侵蚀是全球性的严重环境问题,全世界土壤侵蚀面积已达 2 500 万 km^2 , 占全球陆地面积的 18.5%。淮河流域地处我国南北气候的过渡带,是我国人口密度最大、洪涝旱灾频繁发生、人均水资源和土地资源占有量匮乏的流域。特殊的过渡性气候特征和众多人口的生产、生活对水土资源的影响,造成了山区土壤侵蚀环境的复杂性。由于诱导水土流失发生发展的综合因子存在区域差异,导致流域内各地侵蚀环境的不一,因此,研究淮河流域水土保持功能分区,分析各区特有的侵蚀环境,寻找制约生态改善、可持续发展等主要因子,必将对淮河流域水土流失综合防治和侵蚀环境的有效改善起到重要的推动作用。

土壤侵蚀受到多种环境因子(如地质地貌、土壤植被、水文气候和人为因子)的作用和影响,具有时间和空间变化的特征。为了系统分析淮河流域土石山区侵蚀环境及其与土壤侵蚀的交互关系,自 2002 年开始,淮河水利委员会先后与山东师范大学、郑州大学、安徽农业大学合作,利用 RS 技术和 GIS 技术开展了大别桐柏山、沂蒙山、伏牛山、江淮和淮海丘陵区土壤侵蚀环境特征与水土保持生态功能评价研究,在总结研究成果的基础上,我们组织编制了《淮河流域土石山区土壤侵蚀环境特征与水土保持生态功能评价》。

在本书编制过程中,山东师范大学孙希华教授为本书的成稿做了大量工作,安徽农业大学董召荣教授、郑州大学宋轩副教授等为本书提供了大量研究数据,淮委胡续礼、杨树江、黎家作、刘俐、张春平、吴迪、吴畏等同志参与了本书有关篇章的编著和校核,在资料收集过程中还得到了河南、安徽、江苏、山东省水利厅水土保持部门和科研依托单位的大力支持,在此谨致谢意。

鉴于淮河流域不同土石山区自然、人文环境差异大,科研依托单位资料收集、研究方法等均存在不一致性,加之著者的知识和水平有限,本书难免有不当之处,恳请读者批评指正。

著 者

2008 年 10 月

目 录

第一篇 区域范围和环境特征

第一章 引言	3
第一节 土壤侵蚀环境研究背景	3
一、土壤侵蚀研究的重要性	3
二、土壤侵蚀环境研究的复杂性	4
三、土壤侵蚀与生态文明建设研究	5
第二节 土壤侵蚀与土壤侵蚀环境研究进展	7
第二章 研究区域及其环境特征	10
第一节 研究区域位置与范围	10
第二节 区域环境特征	11
一、自然环境特征	11
二、社会环境特征	14

第二篇 淮河流域土石山区土壤侵蚀格局和动态

第三章 淮河流域土石山区土壤侵蚀强度动态	17
第一节 研究方法和模型建立	17
一、土壤侵蚀强度划分的依据和方法	17
二、土壤侵蚀分级指标模型构建	19
三、土壤侵蚀时空变化模型	20
第二节 不同区域土壤侵蚀强度动态	21
一、伏牛山区	21
二、沂蒙山区	27
三、大别山—桐柏山区	36
四、江淮丘陵和淮海丘陵区	41
第四章 淮河流域土石山区土壤侵蚀模数分布格局	46
第一节 土壤侵蚀数字 SEIM 模型及其构建	46
一、数字 SEIM 模型	46
二、确定格网的原则和方法	46
三、平均土壤侵蚀模数计算	47

四、SEIM 模型技术流程与计算步骤	49
第二节 典型区域土壤侵蚀模数格局	51
一、沂蒙山区	51
二、大别山—桐柏山区	58
第五章 淮河流域土石山区土壤侵蚀经济损失格局	64
第一节 土壤侵蚀经济损失的研究方法	64
一、土壤侵蚀环境数据库的设计	64
二、土壤侵蚀经济损失货币化分析方法	65
第二节 土壤侵蚀经济损失评估体系和估算	67
一、土壤侵蚀经济损失评估体系	67
二、土壤侵蚀经济损失评估货币化因子的确定	68
三、淮河流域土石山区土壤侵蚀总量分析	68
四、土壤侵蚀各实物型损失量的计算	69
五、土壤侵蚀各实物型损失的货币化	74
第六章 淮河流域土石山区土壤侵蚀敏感性格局	83
第一节 土壤侵蚀敏感性区域分级标准	83
一、土壤侵蚀敏感性评价指标	83
二、土壤侵蚀敏感性评价因子分级标准	84
第二节 土壤侵蚀敏感性评价方法	86
一、单因子土壤侵蚀敏感性评价图形库和属性库的建立	86
二、土壤侵蚀敏感性综合评价方法	88
第三节 不同区域土壤侵蚀敏感性格局	88
一、伏牛山区	88
二、沂蒙山区土壤侵蚀敏感性评价	96
三、大别山—桐柏山区	103
四、江淮丘陵和淮海丘陵区	114

第三篇 淮河流域土石山区土壤侵蚀及其环境因子交互影响

第七章 淮河流域土石山区土壤侵蚀主要影响因素分析	131
第一节 自然因素	131
一、地质因素	131
二、地貌和地形因素	131
三、气候因素	133
四、土壤因素及地表组成物质	135
五、植被因素	137
六、水文条件	139
第二节 人为因素	139
一、人口压力对土壤侵蚀的影响	139

二、土地、植被资源的过度利用对土壤侵蚀的影响	139
三、工程建设对土壤侵蚀的影响	141
四、外部机制对土壤侵蚀的影响	141
第八章 淮河流域土石山区土壤侵蚀和环境背景相互关系	143
第一节 土壤侵蚀及其侵蚀环境背景相互作用研究方法	143
一、GIS 专题分析模型	143
二、空间数据挖掘	144
三、空间决策支持模型	144
第二节 不同区域土壤侵蚀与侵蚀环境背景的相互关系	146
一、伏牛山区	146
二、沂蒙山区	167
三、大别山—桐柏山区	184
四、江淮丘陵和淮海丘陵区	193
第九章 淮河流域土石山区土地利用变化与土壤侵蚀	204
第一节 研究方法	204
第二节 不同区域土地利用变化与土壤侵蚀研究	205
一、伏牛山区	205
二、沂蒙山区	206
三、大别山—桐柏山区	214
四、江淮丘陵和淮海丘陵区	221
第十章 土壤侵蚀和环境演变——以沂蒙山区为例	225
第一节 地貌演化与土壤侵蚀	225
一、基于 DEM 的沂蒙山区地貌演化阶段分析	225
二、流域地貌发育阶段对水土流失的影响	230
第二节 植被演变过程驱动力机制	231
一、植被格局变化驱动力分析与计算	231
二、沂蒙山区植被格局演变驱动力评价	234
第三节 植被景观结构与动态演变	245
一、植被景观格局与动态研究方法	245
二、沂蒙山区典型植被类型垂直格局与动态	247
三、沂蒙山区典型植被类型水平格局与动态	255
四、沂蒙山区林草植被覆盖密度格局与动态	262

第四篇 淮河流域土石山区水土保持生态功能评价及功能区划分

第十一章 生态服务功能重要性评价和价值测量	273
第一节 生态服务功能及其价值的概念和内涵	273
一、生态系统服务功能认识的起源和发展	273
二、生态服务功能的概念和内涵	274

三、生态系统服务功能的价值	275
四、生态服务功能价值测量	276
第二节 生态服务功能重要性评价	278
一、植被第一性生产力评价	278
二、植被固定 CO ₂ 和释放 O ₂ 服务功能评价	280
三、植被涵养水源服务功能评价	282
四、国家水土保持重点预防保护区生物多样性保持功能评价	288
第三节 重点水土流失区生态系统服务价值测量	290
一、研究方法	290
二、结果分析	292
第十二章 水土保持生态功能区划的理论和方法	296
第一节 水土保持生态功能区划的内涵、特点与意义	296
一、生态功能区划的内涵	296
二、生态功能区划的特点	296
三、水土保持生态功能区划的意义	297
第二节 水土保持生态功能区划的理论基础	297
一、生态系统区域分异规律	298
二、生态系统等级理论	298
三、景观生态学理论	298
四、生态清洁流域综合防治理论	299
第三节 水土保持生态功能区划的依据和原则	299
一、水土保持生态功能区划的依据	299
二、水土保持生态功能区划的原则	300
第四节 水土保持生态功能的区划方法	301
一、区划方法	301
二、区划界线	302
第十三章 淮河流域土石山区水土保持生态功能区划	303
第一节 淮河流域土石山区水土保持生态功能分区	303
一、淮河流域土石山区水土保持生态功能区命名	303
二、淮河流域土石山区水土保持生态功能区划的分区系统	304
第二节 水土保持生态功能区概述	306
一、伏牛山区	306
二、沂蒙山区	312
三、大别山—桐柏山区	326
四、江淮丘陵和淮海丘陵区	338
主要参考文献	348

第一篇

区域范围和环境特征

第一章 引言

第一节 土壤侵蚀环境研究背景

一、土壤侵蚀研究的重要性

随着人口的增加、经济的发展,人类对自然资源的过度利用,致使许多类型的生态系统出现严重退化,继而引发了一系列的生态环境问题。在诸多的世界性资源和环境问题中,土壤侵蚀问题尤为普遍而突出,历来受到国际科学界的重视。在联合国环境规划署提出的威胁人类生存的十大环境问题中,“土壤遭受严重破坏,肥沃度降低,剥蚀情况严重,年流失量大增”位居第一。

土壤侵蚀对全球的人类健康、环境质量、生态安全的负面影响日益严重,是导致土地资源退化乃至彻底破坏的主要原因。在联合国环境与发展会议上,许多专家认为土壤侵蚀的危害可以从三个层次上来认识:①从全球来看,土壤侵蚀和荒漠化对生态系统中的气候因素造成不利影响,破坏生态平衡,引起生物物种的损失并导致政治上的不稳定;②从一个国家来看,土壤侵蚀和荒漠化会引起国家经济损失、破坏能源及食物生产、加剧贫困、引起社会的不安定;③对一个局部地区来说,土壤侵蚀和荒漠化破坏土地资源及其他自然资源,使土地退化,妨碍经济及社会的可持续发展。由此可以看出,土壤侵蚀危害已不是局部问题,它危及全人类的生存、社会的稳定和经济的发展。

国际科学联盟理事会(IESU)主持的国际地圈—生物圈计划(IGBP),其核心在于揭示人与地球系统之间的相互作用,提高人类对环境变化的预测及防御自然灾害的能力。1992年在巴西里约热内卢举行的世界环境与发展大会指出,当前区域性和全球性的重大环境问题有八项:①臭氧层破坏;②全球气候变暖;③酸雨范围扩大;④淡水污染和短缺;⑤森林资源锐减;⑥野生动植物种消失;⑦水土流失和沙漠化扩展;⑧有毒化学品和危险废物扩散。这八大环境问题相互联系、相互制约。

从自然过程看,土壤侵蚀是基于岩石圈、土壤圈、生态圈、大气圈相互作用的一种动力学过程,土壤侵蚀对水利工程的生态安全、江河湖群的演变、河湖体系的动态平衡有制约作用;从社会学角度看,土壤侵蚀现象又是人与自然不和谐相处的一种行为现象和过程,同时也会导致一系列的社会后果;从可持续发展角度看,土壤侵蚀治理工程又是实现国土整治、环境整治、区域经济开发和维护土地资源生产力的一项生态系统工程;根据系统论的观点,土壤侵蚀是在土壤侵蚀系统中,使土壤或土体发生明显位移的一系列物理过程,其结果使水土资源丧失,土地生产力下降,土地承载力减小,给区域经济的发展造

成困难。

土壤侵蚀受到多种环境因子(如地质地貌、土壤植被、水文气候和人为因子)的作用和影响,具有时间和空间变化的特征。综合利用和分析研究与其有关的环境因子将是土壤侵蚀机理、土壤侵蚀时空特征研究的重要手段和途径,也是土壤侵蚀和水土保持基础信息工程建设的重要内容。

二、土壤侵蚀环境研究的复杂性

自然环境和人文环境是影响土壤侵蚀的基本因素,因侵蚀而造成的特殊环境又反过来影响周围环境。这种相互作用造成了土壤侵蚀环境研究的复杂性。

人类出现之前的地质时期所发生的侵蚀,完全取决于自然环境因素的变化。在地质时期尽管没有人类对植被的破坏,但随气候波动而发生的生物群落和下垫面的相应变化,对制约侵蚀起着重要的作用。因此,自然侵蚀过程不仅是地圈而且是包括生物圈系统在内的多种因素相互作用的过程。

人类社会的出现也就是生态平衡失调和自然侵蚀转化为加速侵蚀的开始。人口增长是耕地扩展的起因,而耕地的增加是以破坏自然植被为代价的。人为破坏生态环境而导致的加速侵蚀,其速率往往是自然侵蚀的数百倍、数千倍。全球人口的快速增长、大规模的植被破坏及不合理垦殖造成了土壤肥力退化、土地生产力下降和生态系统日益恶化的侵蚀环境,并直接影响了全球环境的变化和自然灾害的发生。人为加速侵蚀是导致大范围土地退化的主要因素。全球土地退化评价研究结果显示:全球 80% 以上的土地退化是由土壤侵蚀引起的(Oldeman, 1994)。中国有着 5 000 年的文明史和悠久的耕垦史,至今绝大部分地区自然植被遭到严重的破坏,人为加速侵蚀正在急剧发展,并在土壤侵蚀中占据了主导地位。

因土壤侵蚀而形成的特殊景观和生态系统,即为土壤侵蚀环境。土壤侵蚀环境系统是由侵蚀环境要素子系统和营力子系统构成的,二者之间进行物质和能量的交换,这种过程的结果表现出各种侵蚀的特点。土壤侵蚀环境系统结构的最大特点是结构层次十分明显,一个子系统则构成一个相对独立的层次,但各个子系统要素之间则有着复杂的交叉和反馈关系,子系统之间既有独立性又有差异性和因子之间的交互性,如图 1-1,例如,降雨既属于土壤侵蚀环境要素子系统的气候因子,但同时又是土壤侵蚀的营力。

区域的土壤侵蚀包括侵蚀类型、侵蚀方式、侵蚀强度、侵蚀形态在内,各侵蚀的特点都是严格受到侵蚀环境因素的制约。土壤侵蚀环境系统构成如图 1-2 所示。

从侵蚀发生的角度来看,侵蚀的发生的力学系统分为侵蚀动力子系统和抗蚀力子系统,即能量因素和阻力因素。侵蚀动力子系统一般包括水力、风力、重力、冻融、人为因子;侵蚀的抗力子系统一般包括植被覆盖、土壤、地形等因子。在这些力学系统中,侵蚀动力系统是土壤侵蚀的主要方面,当侵蚀动力大于抗蚀力时,才会发生土壤的侵蚀,反之,当土壤侵蚀动

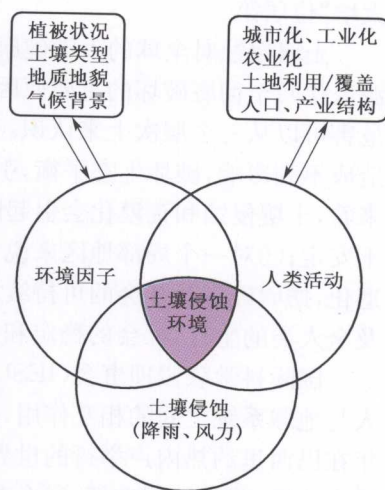


图 1-1 环境因子、人类活动、土壤侵蚀与侵蚀环境示意图

力小于土壤抗蚀力时,则不会发生侵蚀。土壤抗蚀力相对土壤侵蚀动力因子来说,是处于比较被动的状态,可以看作是静态因子系统。

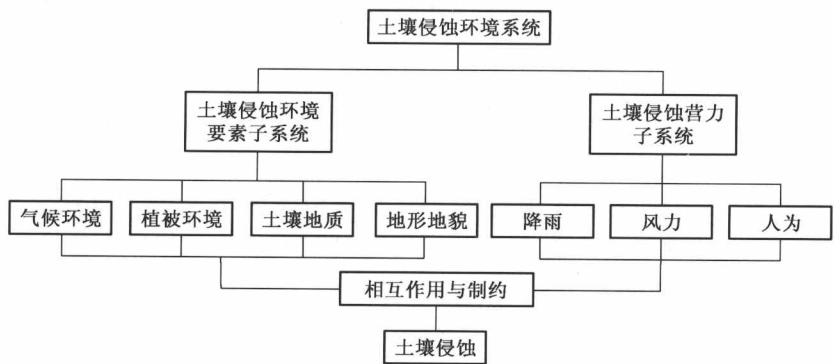


图 1-2 土壤侵蚀环境要素-营力系统构成图

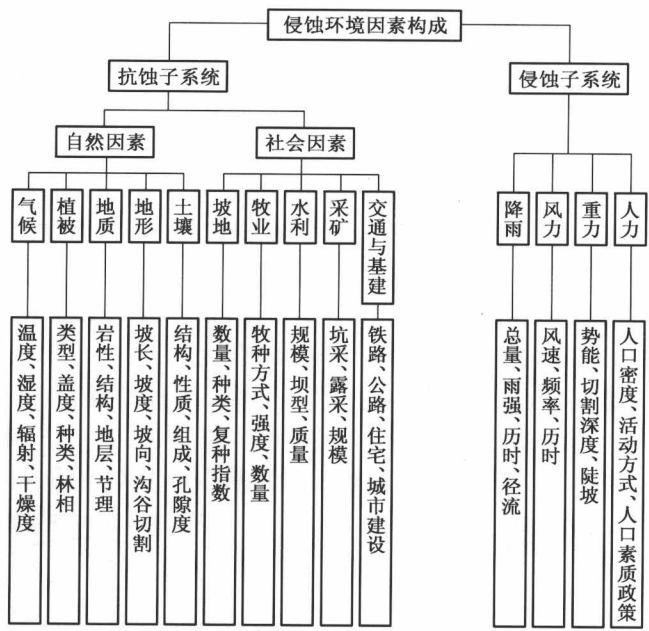


图 1-3 土壤侵蚀背景环境结构框图

(资料来源《中国土壤侵蚀与环境》,科学出版社,2005 年)

三、土壤侵蚀与生态文明建设研究

人类的开发活动所引起的植被破坏、土地退化、气候变化、生物多样性减少、环境污染等加剧了对自然生态系统的胁迫,导致了水土流失等生态系统的退化。与健康生态系统相比,退化生态系统是一类病态的生态系统,是指在一定的时空背景下,在自然因素、人为因素或二者的共同干扰下,导致生态要素和生态系统整体发生的不利于生物和人类生存的量变和质变。具体表现为生态系统的基本结构和固有功能的破坏或丧失,生物多样性下降,稳定性

和抗逆性减弱,系统生产力下降。

“生态文明”就是在我国环境与发展矛盾不断演变的过程中,充分认识到资源对社会发展的瓶颈性约束的基础上提出来的,是以尊重自然和保护环境为核心价值、以人与自然和谐相处为基础的经济社会进步的成果。

淮河流域是我国南北气候的过渡带、东西部开发建设的结合部,又是我国人口密度最大的流域、洪涝旱灾频繁发生的典型流域、人均水资源和土地资源占有量匮乏的流域。特殊的过渡性气候和众多人口的生产、生活对地表的强烈扰动,造成了严重的土壤侵蚀。土壤侵蚀及其长期以来在淮河流域形成的土地切割破碎、自然植被退化、生物多样性消失、土地质量下降、水资源耗损、生态系统功能消减、旱涝灾害频繁等特殊的侵蚀环境,已成为国民经济持续、稳定和区域协调发展的制约因素。因此研究淮河流域水土保持功能分区,分析各区特有的侵蚀环境,寻找制约生态改善、可持续发展的主导因子,必将对淮河流域水土流失综合防治和侵蚀环境的有效改善起到重要的推动作用。

水土保持落实科学发展观的最根本目标是实现“两个可持续”,即实现水土资源的可持续利用和生态环境的可持续维护。将实现“两个可持续”作为水土保持的根本目标,是为水土保持贯彻落实科学发展观、适应新形势发展要求、保障我国经济社会健康发展而做出的重大战略抉择,是构建我国和谐社会的现实需要,是半个多世纪我国水土保持工作经验与教训的深刻总结,是新时期治水思路的集中体现,是对资源和生态规律更高层次上的把握,是水土保持工作在思想认识上的一次质的飞跃。

要实现淮河流域土石山区经济社会的可持续经营,水土保持工作需要注意以下问题:一是要尊重自然规律,确立人与自然和谐共存的发展方针,把流域的生态系统和自然资源的保护改良与合理利用紧密结合。只有这样才能达到水土和其他自然资源的可持续利用。二是要全面认识生态经济系统的整体性、相似性与差异性,划分水土保持生态环境建设类型区。三是要充分体现流域治理或者叫流域经营管理的综合性。

按照系统论的思想,体现人与自然和谐相处、可持续发展的理念,科学发展,构建淮河流域土壤侵蚀环境与可持续发展调控机制研究的框架和思路(图 1-4)。调控具有调整、控制、管理的含义。区域的可持续发展是在市场对资源起基本调节作用的前提下进行,根据区域

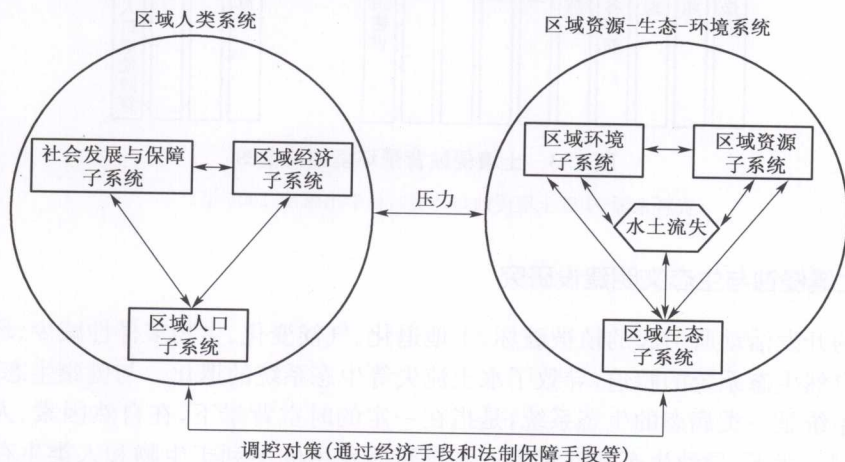


图 1-4 土壤侵蚀环境与可持续发展调控机制概念框架和构成

的可持续发展目标和规划,通过一些适当的途径、方式,采取合理的手段与对策实现本区域的经济发展。当现实情况发生变化时,就应当对本区域可持续发展的运行进行调整、控制和管理,这些调控是通过决策者对评价指标的取值、临界值、承载能力和协调程度等进行综合研究与分析后,获得区域在发展中的效果反馈,确定可能存在的问题或可能遇到的障碍,根据这些反馈决策人员及时采取对策对整个系统进行调控,但这些调控的目的在于“调”而不在于“压”。政府部门在其中扮演的角色只是引导调节作用,引导经济向健康的方向发展,调节在发展中存在的一些不合理的地方,以动态调控、收放自如为目标。

第二节 土壤侵蚀与土壤侵蚀环境研究进展

多年来,国内外很多学者围绕侵蚀因子、土壤侵蚀评价、水土保持环境效应等开展了大量研究。

从 20 世纪 50 年代开始,基于对水蚀过程和机理的认识,世界各国陆续开展了水蚀预报模型的研发工作,建立了各具特色的水蚀预报模型。所有的土壤侵蚀定量模型可以概括为两种类型:经验统计模型和物理过程模型。经验统计模型是通过试验资料和统计技术,确定影响土壤侵蚀的因素,得出计算土壤流失量的方程式。这种模型具有结构简单、考虑因素较为全面、在试验样区内具有较高计算精度的特点,但模型缺乏足够的原理性描述,外延性差,受到较强的应用地域性限制。物理过程模型运用大量过程知识,并使用普遍规律(如质量守恒、牛顿第二运动定律以及热力学第一定律等)(Doe, 2001),使得模型基本上可在其他地区推广应用。但物理过程模型需要大量的参数,而这些参数又难以获取,模型形式一般都比较复杂,运算量大,在应用上受到限制。

土壤侵蚀评价研究已经有一个多世纪的历史(Meyer, 1984),大致划分为三个阶段。第一阶段为早期研究阶段(1965 年以前),1877 年德国 Ewald Wally 和同事开创水土保持研究工作,被称为“水土保持研究的先驱者”;1923—1933 年美国建立 10 个侵蚀研究站,1940 年中国设立水土保持实验站,均处于实验性探索阶段。其间主要是建立了一些经验公式,最具代表性的是开发了通用土壤流失方程 USLE(Wischimer, 1959—1965)。通用土壤流失方程 USLE(Universal Soil Loss Equation)是美国研制的用于定量预报农地或草地坡面多年平均年土壤流失量的一个经验性土壤侵蚀预报模型,其数学表达式是一系列变量相乘的方程形式。第二阶段为迅速发展阶段(1965—1991),其标志为统计模型的实用化和物理模型的开发。1978 年颁布了通用土壤流失方程式使用手册第二版(Wischmieri, W. H. and DA. Smith, 1978),1985 年修正完善改进版 RUSLE,并于 1991 年基本完成(Renard, 1991; Lane et al., 1992)。与此同时,开始物理模型的探讨和计算机的应用,先后提出了 CREMIS(Knisel, 1980)、ANSWERS(Beasley et al., 1980)、AGNPS(Young et al., 1989)、KINEROS(Smith, 1981)、EUROSEM(European soil erosion model, Morgan, 1994)等模型。第三阶段为基本成熟阶段(1991 年以来至 21 世纪初),空间模型的开发和应用,以遥感和 GIS 量化研究和大量应用为基本特征,其特点是以 GIS 为平台,直接开发具有空间模拟预报功能的土壤流失预报模型,可以美国的 WEPP、荷兰的 LISEM 模型的开发为代表((De Roo, A. P. J., 1996)。

国内外比较成熟的土壤侵蚀评价预报模型,其运行所需要的数据大致有3类:①侵蚀环境数据,如地形坡度、坡长、土壤、气候、植被和土地利用等。这类数据与地理位置相对应,一般表现为图形;这类数据的输入和管理均比较难,工作量也较大。②计算参数,如土壤有机质、土壤渗透性、径流系数、土壤导水率等,这类数据与土壤、植被类型等相关,一般表现为表格形式。③某些表现为规则或者知识。

土壤侵蚀的变化具有动态性、分布的广域性和空间结构性特点。土壤侵蚀的影响因素错综复杂,同一时间不同地区,或者同一地区不同时间,土壤侵蚀的形式和程度都有显著差别(史德明,1996;潘剑君,1999)。利用常规的观测、实验方法研究其时空变化难度很大。20世纪80年代以后,我国土壤侵蚀时空变化研究进入遥感(RS)与地理信息系统(GIS)结合阶段。遥感和GIS技术的结合,给土壤侵蚀时空变化研究提供了全新的技术手段。遥感能够提供实时、同步、大范围的地表信息;GIS则具有强大的空间分析能力,可方便地为土壤侵蚀模型提供计算参数,并以可视化的方式表达模型的输出结果,进而进行土壤侵蚀的数值模拟和预测分析。人们在开始利用遥感技术的同时,积极考虑使用GIS强大的数据管理功能和数据综合处理功能进行土壤侵蚀研究。利用陆地卫星MSS、TM图像和GIS技术不仅可以制作侵蚀类型和侵蚀强度级别的土壤侵蚀图,而且还可以直接与GIS配合使用,建立水土流失信息系统,具有快速重复调查的能力,能够实现水土流失的动态监测。这是数字遥感图像被较多采用和GIS快速发展共同导致的结果。

RS、GIS和GPS技术被广泛地应用于区域性土壤侵蚀和水土保持研究,主要体现在三个方面:①RS和GIS支持下的水土流失遥感调查与定量评价、侵蚀环境的空间分析;②RS和GIS支持下的水土流失与水土保持动态监测及水土保持规划;③GIS平台下的水土流失评价模型开发和土壤侵蚀与水土保持信息系统的建立。这三个方面也反映了该领域研究的三个发展阶段。利用RS、GIS与数学模型进行土壤侵蚀时空动态模拟研究已经成为区域性水土流失宏观研究的主流。例如中国科学院地理研究所卢金发等利用航片和卫片,并借助GIS,对浙江省金衢盆地的土地退化进行了研究,完成了试验区20世纪50年代和80年代土地退化图;中国科学院遥感应用研究所应用RS和GIS等手段,对土地沙漠化动态监测中的空间分布趋势进行了研究,掌握了沙漠化程度在空间上的总体分布规律和在时间上的变化趋势等。

我国学者在土壤侵蚀模型研究的各个层面上进行了大量基础工作,取得了很多成果。其中,区域尺度研究的应用更为广泛。在小流域土壤侵蚀模型的研究方面,以对统计模型及引进的统计模型中各因子的本地化研究较多,对基于过程的物理模型系统研究较少,特别是适合我国国情的系统的过程模型更少。

中国近代水土流失的定位观测始于20世纪30年代末(侯光炯,1938)。以后开展了小流域土壤侵蚀定量评价与预报(刘善建,1956、江忠善,1981、牟金泽,1981)的探讨。20世纪80年代以来,USLE等被介绍到中国,在黄土高原(牟金泽,1983)、东北漫岗(张宪奎,1992)、江南丘陵—广东(陈法扬,1992)、福建(周伏建,1993)、四川(刘刚木,1992)等地进行推广试用,并对USLE各因子算法进行了区域验证与改进,同时,遥感技术方法等也得到有关学者的重视(卜兆宏,1993);20世纪80年代末,随着人们对土壤侵蚀过程、水流运动和水动力学过程、泥沙运动过程等认识的深入,以室内外试验研究为基础,开展了土壤侵蚀预报物理模型的探索(蔡强国,1989,1996)。于坡面、小流域定量研究的同时,还在较大区域(黄

土高原,卢金发,1996)乃至全国(周佩华,1988)尺度上进行了土壤侵蚀和水土保持的评价研究。

总之,深入开展土壤侵蚀研究非常必要,尤其是利用 RS 技术和 GIS 技术开展土壤侵蚀的动态变化研究对于进行土壤侵蚀控制与治理的分区规划与实施,都具有十分重要的意义和明显的优势。