

黄土高原地区水土保持科学研究的重点领域

刘国彬¹, 王国梁¹, 上官周平¹, 张文辉², 穆兴民¹, 谢永生¹, 李敏³

(1. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100 2 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100
水利部

3 黄河水利委员会 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021)

[关键词] 水土保持; 科学研究; 黄土高原

[摘要] 针对黄土高原地区生态建设的需求与水土保持科学研究现状, 分析了黄土高原水土保持科学研究的成就与发展趋势, 提出该区未来需加强土壤侵蚀过程、机制及侵蚀模型、植被恢复的潜力及调控、大尺度土壤侵蚀及水土保持的格局与规律、水土流失及治理的环境效应评价理论与模型、水土流失治理的生态服务功能评价和不同尺度水土保持与生态建设模式研究等重点研究领域。

[中图分类号] S157 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2008)12-0037-03

黄土高原是我国水土流失最严重和生态环境最为脆弱的地区之一, 同时又是我国干旱半干旱农牧业发展的典型区域和国家重要的能源与化工基地。严重的水土流失直接制约着黄土高原地区、黄河流域乃至全国的生态安全以及经济社会的可持续发展。50多年来, 黄土高原地区的水土流失治理取得了举世瞩目的成就, 也为世界水土流失治理提供了典型范例。在此期间, 水土保持科学研究为该区的治理提供了有力的支撑。进入21世纪以来, 西部大开发、社会主义新农村建设、落实科学发展观、构建和谐社会的迫切都需要进一步加强黄土高原水土保持科学问题研究。作者根据中国水土流失与生态安全综合科学考察中西北黄土区考察组成果, 针对黄土高原生态建设的需求, 在分析黄土高原地区水土保持科学研究现状的基础上, 提出了黄土高原地区水土保持科学研究的重点领域, 为搞好该区的水土保持科学研究提供借鉴和帮助。

1 黄土高原地区水土保持科学研究主要成就与发展趋势

几十年来, 黄土高原的水土流失研究一直走在全国前列, 在世界上也独具特色。该区的水土保持科学研究为我国乃至世界的水土保持和生态建设提供了有力的支持。

1.1 水土保持科学研究主要成就

(1) 朱显谟院士提出了黄土高原国土整治的“28字”方略^[1]: 全部降水就地入渗拦蓄, 米粮下川上塬(包括梯田、坝地), 林果下沟上岔, 草灌上坡下抓。该方略在指导黄土高原水土流失综合治理中发挥了重要的作用。同时, 在黄土高原水土保持科学实践中, 探索出了一条以小流域为单元综合治理水土流失的成功之路。小流域综合治理是总结了长期以来治理水土流失的经验和教训, 按照水土流失的特点和规律, 因地制宜, 因害设防, 采取工程措施、植物措施和耕作措施相结合, 山水田林路综合治理, 合理利用水土资源, 优化农、林、牧结构, 形成以

小流域为单元的综合防治体系^[2]。

(2) 黄土高原水土保持型生态农业与分阶段实施。中国科学院水利部水土保持研究所安塞站的专家提出了水土保持型生态农业理论: 以强化降雨就地入渗、防治水土流失为中心, 以土地资源合理利用为前提, 以恢复植被、建设基本农田、发展经济林和养殖业为主导措施。根据这一理论, 水土保持型生态农业建设可以分为3个阶段: 生态系统起始恢复阶段、生态系统稳定发展阶段和生态系统良性循环阶段^[3]。

(3) 土壤侵蚀分类系统建立与侵蚀预报。在土壤侵蚀类型和侵蚀方式、土壤侵蚀定量评价、土壤侵蚀分区、土壤侵蚀预报、土壤侵蚀研究方法、土壤侵蚀危害及其评价、土壤侵蚀防治、径流调控与科技示范技术模式等方面取得了明显进展。建立了黄土高原土壤侵蚀分类系统, 在地理信息系统支持下的坡面侵蚀预报模型、沟坡侵蚀预报模型和流域的侵蚀预报模型; 利用示踪元素、信息技术与空间技术在土壤侵蚀研究的新方法与新技术方面也取得了长足进步。

(4) 水土保持效应与流域生态经济系统健康评价。在从生态、经济效益等方面评价小流域综合治理效益的基础上, 重视生态恢复的环境效应与响应研究^[3-4]。如黄土高原土壤“干层”的发现与形成机制的分析, 为土壤平衡与水资源可持续利用提出了新的科学问题^[5]。此外, 从小流域综合治理效益评价, 逐步发展到从流域的保育、健康的角度对小流域生态系统演变过程及系统的健康状况进行系统分析, 提出流域生态经济系统健康评价指标体系与方法。

(5) 植被建设与布局。科学研究与生态建设实践表明, 黄土高原植被建设应根据立地条件和树木的生物学、生态学和群落学特性, 模拟天然植被结构, 选择以地带性植被优势种为主的适宜成林的树种, 辅以伴生种, 营造各种密度适宜的复层混交植被^[6]。同时, 重视生态系统自我修复功能研究和生态系统生物多样性保护, 充分发挥生态的自我修复能力, 加快植被恢复, 重新建立人与自然和谐共处的关系。

(6) 水土保持监测与数字黄河。通过数字黄河工程建设,

[项目来源] 中国水土流失与生态安全综合科学考察项目(2005SBKK03); 中科院科学院西部行动计划(KZCX2- XB2-05); 受国家科技支撑项目(2006BAD09B00)资助

开展了通信、计算机网络基础设施建设;开发了“黄河上中游地区三维可视化管理系统”等一系列技术,推动了新技术在规划设计、生态工程项目建设管理、淤地坝建设、流域综合治理、水土保持预防监督等方面的应用。

1.2 水土保持科技发展趋势

水土保持科学的重点是研究水土流失地区水土资源与环境演化规律及各要素之间相互作用,建立水土流失综合防治理论和技术体系,实现人与自然的协调和经济社会的可持续发展。水土保持学科发展趋势表现为:

(1)注重土壤侵蚀机理研究。其一是发展土壤侵蚀预报模型,强调开发水土保持生态环境效应评价模型,扩展土壤侵蚀模型的服务功能,将模型引入农业非点源污染物的运移机理与预报研究。其二是注重新技术运用,如应用空间技术和信息技术,推动水土保持的数字化研究,开展全球尺度的土壤侵蚀与全球变化关系、数字水土保持与数字地球研究。

(2)水土保持的理念不断深化,多学科交叉趋势明显。将水土保持与环境保护、江河污染和全球气候变化,与提高土地生产力、区域生态修复、环境整治,与江河等水利工程安全、地质灾害等联系起来开展多学科的交叉研究。多学科交叉不但深化了水土保持的理念,开拓了水土保持的研究领域,而且提高了水土保持在国家经济社会可持续发展中的地位与价值。

(3)水土流失治理与生态系统健康密切结合。逐步认识河流是系统生命的载体,不仅要关注流域的资源功能,还要关注其生态功能。建立了流域生态经济系统健康评价指标体系,探索了不同类型区生态经济系统评价方法。

(4)全球气候变化背景下的水土保持研究。全球气候变化是世界各国高度关注的问题,并投入了大量人力、物力用于应对策略的研究。目前,国内外与之相关的研究热点包括:以植树种草为主的水土保持与生态建设引起的土地覆被变化(碳循环变化);全球气候变化对土壤侵蚀的影响;土壤侵蚀和泥沙搬运引起的土壤有机碳的变化,进而与全球生源要素(C、N、R、S)循环乃至全球气候变化的关系等。

2 黄土高原地区水土保持科学研究的重点领域

尽管黄土高原地区的水土流失治理与科学研究取得了举世瞩目的成就,然而该区的水土流失依然严重,制约生态安全、粮食安全与经济可持续发展的根本问题依然没有解决。目前,黄土高原地区水土保持科学研究仍滞后于水土保持工程实践。

2.1 土壤侵蚀的过程、机制及侵蚀模型

黄土高原是我国土壤侵蚀研究开展最早的地区之一。由于黄土高原地形复杂、地貌破碎,暴雨引起的土壤侵蚀量很大,国外有关模型很难在黄土高原推广应用。已有的模型对侵蚀产沙中的许多问题仍未能很好地解决,对侵蚀产沙基本规律的认识还不完全清楚^[7],即使在物理成因模型中,仍存在大量依靠经验手段来加以确定的变量。目前,该区土壤侵蚀研究需要强化的重点领域仍集中在两个方面:

(1)土壤侵蚀动力学机制及其过程。包括水力侵蚀过程与动力学机制,风力侵蚀过程及其动力学机制,重力侵蚀(如滑坡、泥石流与崩岗等)发生机制,人为侵蚀与特殊侵蚀过程机

制。

(2)土壤侵蚀预测预报及评价模型研究。通过数学方法定量描述各影响因子对土壤侵蚀过程的影响,评价各类预报模型的适用范围及效果。

2.2 植被恢复的潜力及调控

植被恢复重建是黄土高原地区控制水土流失、改善生态环境最有效的措施^[8]。植被恢复重建需要明确植被恢复的关键过程和影响植被恢复的关键因素、植被恢复的潜力及人工调控措施。目前,黄土高原植被建设亟待解决的关键问题包括:

(1)黄土高原植被恢复潜力评价。研究黄土高原地区气候、地形、地貌等环境条件的时空演变与区域特征以及相应的植被格局变化;恢复环境—植被演变序列数据(包括全新世以来的变化序列和现状序列);通过植被—环境关系研究,建立黄土高原不同类型区植被恢复重建的参照系,客观评价不同类型区域的植被恢复潜力。

(2)自然植被生态系统的形成与维持机制。以植被自然恢复为基础,从群落系统演化、群落结构变化、功能组分构成、能流、物流等不同方面,揭示土壤侵蚀环境下植被生态系统的形成与维持机制。

(3)人工植被建设可持续的机制及关键技术。以稳定的自然植被为参照系评价生态系统现状;针对不同类型生态系统退化的类型及成因,提出退化生态系统恢复的途径与方法;阐明侵蚀环境条件下人工建造可持续植被系统的机制及关键技术。

(4)植被恢复重建的区域布局与景观格局配置。基于黄土高原地区的环境演变与区域特征,综合考虑环境容量与潜力,提出植被恢复重建的区域布局 and 不同尺度植被景观格局配置措施。

2.3 大尺度土壤侵蚀与水土保持的格局及规律

为了系统理解多种尺度土壤侵蚀过程及其相关的现代地表过程,寻求解决区域环境问题的方案并为环境问题的宏观决策提供支持,分析评估全球变化与区域土壤侵蚀的关系,必须开展大尺度土壤侵蚀和水土保持格局与规律研究。

(1)土壤侵蚀区域特征与格局。基于小尺度土壤侵蚀试验观测、水文观测和现代遥感技术,分析区域尺度土壤侵蚀的过程、类型、影响因子、治理方式及其区域格局与区域分异。

(2)区域土壤侵蚀因子。利用野外测试、遥感信息提取和GIS分析等方法,提取影响土壤侵蚀的各种因子,探索侵蚀因子与侵蚀量之间的关系。包括:区域土壤侵蚀影响因子分析,区域土壤侵蚀因子遥感提取,区域水土流失评价因子的GIS分析,区域土壤侵蚀评价的地质地貌因子分析,区域侵蚀因子与侵蚀量的定量关系分析。

(3)土壤侵蚀的尺度效应。主要包括:各种时空尺度下土壤侵蚀过程的主要特征和临界阈值,各种尺度下土壤侵蚀过程之间的相互作用方式,时间和空间尺度的转换方式(包含相关物理过程认识之间的转换),多尺度土壤侵蚀模型的嵌套和集成。

(4)区域水土流失宏观评价模型。包括:区域水土保持遥感监测评价中多源数据集成技术,降雨径流和泥沙汇集过程分析模拟,区域土壤侵蚀评价模型,典型地区中小比例尺土壤侵蚀

遥感调查及其主要因子动态变化分析,区域生态环境综合评价。

2.4 水土流失及治理的环境效应评价理论与模型

根据黄土高原不同类型区水土流失特点,依据尺度一格局一过程一效应原理,辨识出水土流失对环境的压力、状态的影响和响应等因子,构建环境效应评价指标体系。应用数理统计分析方法和人工神经网络等技术手段筛选环境效应的关键因子,建立综合评价模型。包括:

(1)土壤侵蚀对土壤质量的影响机理。研究侵蚀引起的土壤退化等对土壤质量、土地生产力的影响机制及效应,包括土壤侵蚀影响土壤理化性质关键因子识别和土地生产力的机理,侵蚀土壤质量的评价指标。

(2)水土流失及其治理对径流和泥沙的影响。重点探索黄土区水土流失及其治理影响径流泥沙的过程、机理及效应,包括水土流失的水文泥沙变化影响因子识别、水土流失治理关键措施的水沙效应和流域治理的水沙效应。

(3)土壤侵蚀过程中营养物质迁移。分析不同侵蚀环境下营养物质迁移特征及环境效应,包括土壤侵蚀过程中坡面营养物质迁移过程、流域主要营养物质迁移的空间分异和土壤侵蚀过程中营养物质迁移的环境效应。

(4)水土流失环境效应综合评价指标体系与模型。基于对关键效应的研究,建立评价指标体系和模型,包括水土流失环境效应综合评价指标的识别,水土流失环境效应综合评价方法和水土流失环境效应的评价模型。

2.5 水土流失治理的生态服务功能评价

生态恢复重建后的生态服务功能评价,是我国生态补偿机制与政策制定的重要依据,也是科学评价不同类型区生态建设模式及其水土保持社会化服务价值的基础^[9]。科学界定和评价水土流失治理的生态服务功能对改变我国生态建设政策的结构性缺陷,促进生态建设具有重要的科学价值。目前亟待开展的工作应包括:

(1)水土流失治理的生态服务功能评价理论研究。进行生态服务功能的理论界定,研究生态服务功能评价的理论基础,包括生态学、环境经济学、经济计量学、社会学等学科理论,提出较完整的水土流失治理的生态服务功能评价理论。

(2)水土流失治理的生态服务功能评价指标。水土保持的生态服务功能涉及社会、经济、生态等不同方面,因此需要系统分析水土保持对社会、经济及生态环境等变化的影响,提出有针对性的、符合实际的评价指标体系。

(3)水土流失治理的生态服务功能评价方法体系。以生态经济可持续发展及人与自然和谐相处为目标,提出水土流失治理的生态服务功能评价方法,如改良土壤功能价值、同碳制氧服务功能价值、蓄水功能价值、旅游休闲价值、生物多样性服务功能价值、异地生态服务功能等的核算方法,提出较完善的水土保持国民经济核算方法(绿色GDP)。

2.6 不同尺度水土保持与生态建设模式研究

随着水土流失治理的深入和市场经济的发展,加大对黄土高原地区生态建设资金的投入和加快治理速度成为可能。传统的以小流域为单元、注重生态环境综合治理已不能满足区域经济规模化、产业化发展的需求,开展中大尺度大规模、高效的

治理和研究成为必然,因而不同类型区不同小流域的组合发展模式、区域产业结构的调整与布局、不同技术的组装与集成、配套政策等问题急需进一步研究和完善。

(1)不同生态经济建设模式的结构与功能研究。系统分析典型生态建设模式的土地利用结构及经济收入构成、劳动力投入特征和水平、自然资源和社会经济状况等;研究不同模式的结构以及在生态建设、农村经济发展中的地位与作用,明确在水土保持和经济发展中的产业优势以及应处的位置。

(2)生态经济模式发展的限制因子以及克服途径。依据生态经济建设模式的特点和对自然资源与社会经济状况的需求,研究影响不同生态经济建设模式发展的主要限制因子与克服途径;不同类型模式下土壤水分、养分时空动态变化规律;提高资源利用效率的关键技术。

(3)主要生态经济建设模式的区域适宜性。动态监测生态建设模式的投入/产出比例,土壤质量变化特征,水分、养分利用效率等;借助RS与GIS技术研究主要生态经济模式的区域适宜性,提出合理的土地利用格局。

[参考文献]

- [1] 朱显谟. 黄土高原的形成与整治对策[J]. 水土保持通报, 1991 11(1): 1—8
 - [2] 刘国彬, 杨勤科, 郑粉莉. 黄土高原小流域治理与生态建设[J]. 中国水土保持科学, 2004 2(1): 11—15
 - [3] 戴全厚, 刘国彬, 田均良, 等. 侵蚀环境小流域生态经济系统健康定量评价[J]. 生态学报, 2006 26(7): 2 219—2 228
 - [4] Dai Quanhou, Liu Guobin, Xue Sha, et al. Health diagnoses of ecosystems subject to a typical erosion environment in Zhifanggou watershed, northwest China[J]. Frontiers of Forest in China, 2007 2(3): 241—250
 - [5] 王国梁, 刘国彬, 周生路. 黄土高原土壤干层研究述评[J]. 水土保持学报, 2003 17(6): 156—159
 - [6] 张文辉, 刘国彬. 黄土高原植被生态恢复评价、问题与对策[J]. 林业科学, 2007 43(1): 102—106
 - [7] 蔡强国, 王贵平, 陈永宗. 黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M]. 北京: 科学出版社, 1998
 - [8] 刘国彬, 李敏, 上官周平, 等. 西北黄土区水土流失现状与综合治理对策[J]. 中国水土保持科学, 2008 6(1): 16—21
 - [9] 刘国彬, 杨勤科, 陈云明, 等. 水土保持生态修复的若干科学问题[J]. 水土保持学报, 2005 19(6): 126—130
- [作者简介] 刘国彬(1958—), 男, 陕西榆林市人, 研究员, 博士, 主要从事流域生态经济系统健康评价及植被恢复研究工作。
- [收稿日期] 2008—10—06

(责任编辑 李西民)

SOIL AND WATER CONSERVATION IN CHINA

No. 12 (321) 2008

Abstracts

Present Status and Dynamic Variation of Soil and Water Loss in China

..... LI Zhi-guang, CAO Wei, LIU Bing-zheng, LUO Zhi-dong et al.
(1. Monitoring Center for Soil and Water Conservation, Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China; 2. Yellow River Monitoring Center for Soil and Water Conservation and Ecological Environment, Xi'an, Shaanxi 710021, China) (7)

The paper analyzes the present general condition of soil and water loss status of water erosion, wind erosion, freezing and thawing erosion and soil and water loss status of 4 economic regions of the east, the center, the west and the northeast by using the data of the third general survey of soil and water loss. It analyzes the dynamic variations of soil and water loss in 15 years and the years variations of soil loss of rivers in China combining with the data of the first and second national general survey of soil and water loss which were conducted by the Ministry of Water Resources. The outcomes show that all the areas including mountainous area, hilly area, wind-sand area, urban, rural and coastal areas have soil and water loss in varying degrees. The serious areas of water erosion mainly concentrates in Shanxi, Shaanxi, Gansu, Inner Mongolia, Ningxia which are on the middle reaches of the Yellow River and Sichuan, Chongqing, Guizhou, Yunnan which are on the upper reaches of the Yangtze River. The serious areas of wind erosion mainly concentrates in the west. The total area of soil and water loss and intensity in China are decreasing.

Key Words: soil and water loss; present status; development tendency; China

Economic Loss of Soil and Water Loss in China CHEN Fang, ZHU Gao-hong, MAO Zhi-feng
(The College of Environmental Science and Engineering, Beijing University, Beijing 100871, China) (11)

Distinguished the effect of soil and water loss, classified the losses, selected and established a series loss evaluation model and a method of value calculation. The paper differentiates the direct and indirect economic losses which caused by soil and water loss in China and conducts the classified evaluation. The outcomes show that in 2000, the economic loss of China which caused by soil and water loss is 188.7 billion Yuan, seriously affecting the national economy especially in the southwest and the northwest where soil and water loss are serious, the influence of soil and water loss to the downstream and even wider area is more severe, and the indirect economic loss is far greater than the direct economic loss of the soil lost area. The area and intensity of soil and water loss in China in 2000 are decreased comparing with that in 1990, while the economic loss increased 83%.

Key Words: soil and water loss; economic effect; loss evaluation; China

Key Fields of Scientific Study on Soil and Water Conservation of Loess Plateau Region

..... LIU Guo-bin, WANG Guo-liang, SHANGGUAN Zhou-ping, ZHANG Wen-hui, MU Xin-gmin, XIE Yong-sheng, LIM jin
(1. Soil and Water Conservation Institute of CAS and MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Upper and Middle Yellow River Administration, Xi'an, Shaanxi 710021, China) (37)

The paper analyzes the achievements and the development tendency of scientific research of soil and water conservation of the Loess Plateau. It puts forward key study fields of the process and mechanism of soil erosion, potentiality and control of vegetation rehabilitation, the structure and law of large-scale soil erosion and soil and water conservation, evaluation theory and models of environmental effect of soil and water loss and treatment, the evaluation of ecological service function for soil and water loss management, the study of soil and water conservation in different scales and ecological building modes in accordance with the needs of national ecological building and present status of study on soil and water conservation of the Loess Plateau.

Key Words: soil and water conservation; scientific research; Loess Plateau

Soil Loss Tolerance and Prevention and Measurement of Karst Area in Southwest China

..... CAO Jian-hua, JIANG Zhong-cheng, YANG De-sheng, PEI Jian-guo, YANG Hui, LUO Wei-qun
(1. Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Guilin, Guangxi 541004, China; 2. Pearl River Water Resources Commission, Guangzhou, Guangdong 510611, China) (40)

The carbonate litho-soil substance of karst region in the southwest is congenital deficiency and can not suit to the actual situation of the karst region if continues to use "Classification Standard for Soil Erosion" (SL190-96) published by the Ministry of Water Resources in 1997. The paper collects related data and figures and estimates the weathering soil forming rate of carbonate karst region in the southwest based on the analysis of the affecting factor of weathering soil forming rate. It takes soil forming rate as soil allowable loss and rededices the classification standard of the intensity of soil and water loss of the karst region as degrees of very slight, slight, medium, serious and very serious (< 30, 30~100, 100~200, 200~500, 500~1000 and > 1000 t/(km²·a)) respectively. It puts forward the following four suggestions on future work about soil and water conservation in the region based on the basic characteristic of the process of soil and water loss: to prevent and control soil and water loss at the key links of process; to adopt different countermeasures of soil and water conservation for different karst desertification region; to actively carry forward techniques of living hedges; to strengthen the study on soil improvement of the karst region and to increase the production efficiency of basic farmlands.

Key Words: karst environment; carbonate karst erosion; intensity of soil and water loss; classification standard; karst region in the southwest