

# 水土保持的生态服务功能

刘国彬<sup>1,2</sup>, 赵广举<sup>1,2</sup>, 王国梁<sup>1,2</sup>, 安韶山<sup>1,2</sup>

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

**摘要** 水土资源是人类赖以生存的重要物质基础。水土保持作为人类对生态系统干预的有效手段,其生态服务功能价值也受到越来越多的重视。本文介绍了中国水土流失状况、动态变化,水土流失治理概况与成效,分析了水土保持效益及中国水土保持生态服务功能现状,提出未来水土保持需以控制水土流失为基础,提高生态系统服务功能为终极目标,实现人与自然和谐。

**关键词** 水土流失;水土保持;生态修复;生态服务

水土资源是人类和世界最宝贵的资源,是人类赖以生存的物质基础,也是人类文明的根基。水是生命之源、农业的命脉、工业的血液;土是万物生长之本,有土才有粮。水土流失直接关系到国家生态安全。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的结果,是各类生态退化的集中反映,抓住水土流失问题就抓住了中国生态退化的关键<sup>[1]</sup>。严重的水土流失已经成为中国生态与环境最突出的问题之一。加强水土流失防治,促进人与自然和谐,保障国家生态安全和社会可持续发展是一项长期的战略任务。

## 1 水土流失状况及分布

中国是世界上水土流失严重的国家之一,水土流失面积广,侵蚀严重,每年土壤流失量约50亿t。

根据全国第三次土壤侵蚀遥感调查(2005年),中国现有土壤侵蚀总面积356.92万km<sup>2</sup>,其中,水力侵蚀的水土流失面积165万km<sup>2</sup>,风力侵蚀191万km<sup>2</sup>,除此之外还有127.8万km<sup>2</sup>的冻融侵蚀<sup>[2]</sup>。按照水土流失强度划分等级,截至2000年底,轻度、中度、强度、极强度和剧烈侵蚀面积分别为163.8万、80.9万、42.2万、32.4万和37.6万km<sup>2</sup>。

水蚀是中国分布最广、危害最严重的水土流失类型,总面积161.2万km<sup>2</sup>,占国土面积的16.8%。其中轻度、中度、强度、极强度和剧烈侵蚀面积分别为82.9万、52.8万、17.2万、5.9万和2.4万km<sup>2</sup>。在行政区域分布上,水蚀主要分布在内蒙古、四川、云南、新疆、甘肃、陕西、山西、黑龙江等省,而水蚀面积占本省土地面积比例大于30%的省主要有山西、陕西、重庆、宁夏、贵州等。

全国风蚀总面积约195.70万km<sup>2</sup>,占国土总面积的20.4%,其中,轻度、中度、强度、极强度和剧烈侵蚀面积分别为80.89万、28.09万、25.03万、26.48万和35.21万km<sup>2</sup>。中国风蚀主要分布在河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等省(区),风蚀面积较大的省(区)包括新疆、内蒙古、青海、甘肃、西藏,其风蚀面积合计为187.84万km<sup>2</sup>。

根据第一次全国水利普查成果,截至2011年底,中国水土流失面积减少至294.9万km<sup>2</sup>,土壤侵蚀模数大于2500 t/(km<sup>2</sup>·a)的中度及其以上面积占全国水土流失总面积的53%<sup>[3]</sup>。尽管水土流失面积与强度均发生明显的减少与降低,但平均侵蚀模数仍远高于土壤容许流失量。中国仍是世界上水土流失严重的国家,水土流失区土壤流失速

度远远高于土壤形成的速度。

严重的水土流失是中国土地退化、生态系统功能丧失的集中反映,威胁国家生态安全、饮水安全、防洪安全和粮食安全,制约区域经济社会发展。水土流失危害主要表现在<sup>[4]</sup>:1) 土地退化、生态系统调节功能减弱、生态恶化;2) 大量泥沙导致江河湖库淤积,加剧洪涝灾害,威胁防洪安全;3) 耕地数量减少、土壤变薄、质量下降、生产能力降低,影响国家粮食安全;4) 植物与土壤的水源涵养能力降低,加剧干旱灾害,径流携带化肥、农药和生活垃圾等污染物进入水体,加剧面源污染,威胁饮水安全;5) 农村群众生产生活条件恶化,制约山丘区经济社会稳定发展。

近年来,中国政府采取一系列水土流失防治措施,积累了丰富经验,取得巨大成效。全国水土流失总体上在减轻,但西部地区仍很严重。在全球水土流失继续向恶化方向发展的背景下,中国水土流失总面积在减少,强度在降低,尤其是水蚀面积和强度(图1<sup>[2-3]</sup>),均有明显减少。然而,受人口增加,人口、资源、环境与社会经济发展的矛盾十分突出,区域不平衡性加剧,21世纪中国水土保持工作仍面临严峻挑战<sup>[5]</sup>。

收稿日期:2016-08-15;修回日期:2016-09-05

作者简介:刘国彬,研究员,研究方向为水土保持与生态恢复,电子信箱:gbliu@ms.iswc.ac.cn

引用格式:刘国彬,赵广举,王国梁,等. 水土保持的生态服务功能[J]. 科技导报, 2016, 34(17): 89-93; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2016.17.012

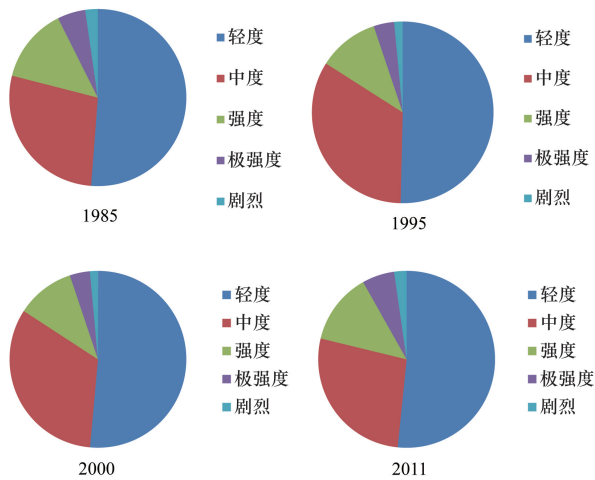


图1 全国水力侵蚀面积统计  
Fig. 1 Water erosion area in China

## 2 中国水土流失治理及成效

### 2.1 水土流失治理概况与主要措施

截至目前,全国水土保持措施面积已达107万 $\text{km}^2$ ,累计综合治理小流域7万多条,实施封育保护80多万 $\text{km}^2$ 。现有水土保持措施平均每年可保持土壤15亿t,蓄水250多亿 $\text{m}^3$ ,增产1800万t粮食和林果产品,约有1.5亿群众从水土保持综合治理中直接受益<sup>[4]</sup>。

中国主要的水土保持措施包括:工程措施、植被措施与耕作措施。工程措施能够有效改变汇水输沙条件、控制土壤侵蚀与拦蓄泥沙,根据工程的性质可分为梯田、固土工程、蓄水工程、排水工程、拦沙工程等。梯田是一种改变地形消除或减弱产流产沙条件的水土保持工程措施,能有效改善土壤水分条件,提高农业产量,是干旱山区农业发展的重要物质基础,具有控制水土流失与发展农业生产的双重作用。

淤地坝是拦沙坝的一种,主要集中在黄土高原地区。淤地坝拦蓄泥沙形成的坝地具有良好的水肥条件,是稳产高产的农田。截至2003年,黄土高原地区已有淤地坝11.3万余座,累计拦沙280亿t以上,淤地32万 $\text{hm}^2$ <sup>[5]</sup>。中国其他地区由于土壤质地过于黏重或粗糙,拦沙坝形成的土地一般立地条件较差,难以直接用作农业用地。

植被措施即植树种草,通过改变地表产水产沙条件,减小侵蚀营力,增强土壤抗蚀性、抗冲性,达到控制土壤侵蚀的目的。建国60年来,中国水土保持造林保存面积超过62万 $\text{km}^2$ ,同时,近年来国家在水土保持重点工程区全面实施了封育保护,全国共实施生态自然修复72万 $\text{km}^2$ <sup>[6]</sup>。目前,全国平均森林覆盖率约为20.36%,较建国初期与改革开放之前有了明显的增加。

耕作措施主要包括改变微地形、控制产流产沙的农业措施与增加地表覆盖度、减少降雨与径流对土壤直接作用的农业措施(如秸秆覆盖、提高土壤抗蚀性技术措施)<sup>[7]</sup>。

经过几十年治理,中国实施了大规模的水土保持措施,但随着全球气候变暖,快速城市化进程,新环境下如何提高水土流失区水土资源的高效利用,改善土地利用结构,促进生态系统可持续发展是未来亟需解决的重要科学问题。

### 2.2 水土流失治理成效

1991年以来,依据《中华人民共和国水土保持法》,全国累计制定实施了约38万个生产建设项目的水土保持方案,水土流失防治面积15万余 $\text{km}^2$ 。水土流失治理成效显著<sup>[3]</sup>:1)水土流失面积显著减少,土壤侵蚀强度不断降低。全国水土流失面积由2000年的356万 $\text{km}^2$ 减少到2011年的294.9万 $\text{km}^2$ ;2)治理区生产生活条件得到改善,农民收入大幅增长。截至2013年,全国修筑梯田超过1800万 $\text{hm}^2$ ,建成淤地坝5.84万座,累计增产粮食3000多亿kg,近10年来,治理区人均纯收入普遍比未治理区高出30%~50%;3)蓄水保土能力不断提高,减沙拦沙效果日趋明

显,监测数据显示,大部分水库淤积状况呈现好转,河流输沙量减少显著;4)林草植被覆盖逐步增加,生态环境明显趋好,如水土流失最为严重的黄河粗泥沙集中来源区,植被覆盖率普遍增加了10%~30%;5)水源涵养能力日益增强,水源地保护初显成效。到2013年全国累计建成清洁小流域1000多条,有效维护了水源地水质。

中国水土流失重点治理工程建设取得显著成效,长江和黄河上游生态持续加剧恶化的势头得到初步遏制。据统计,在黄河流域包括山西省在内的近10个省,共实现退耕还林和荒山荒坡营造水土保持林867多万 $\text{hm}^2$ ,退耕还草和人工种草240多万 $\text{hm}^2$ ,在多沙粗沙区结合小流域综合治理建设治沟骨干工程1000多座,黄河年输沙量急剧减少,减缓了下游河床的淤积抬升速度,为黄河安全作出了贡献<sup>[8]</sup>。在长江上游地区,自水土保持项目实施以来,共累计投入资金12亿元,项目区林草覆盖率从原先的22%上升到41%,治理小流域达2000多条,江水泥沙含量比过去降低了16%左右。

经过大规模的水土流失综合治理,中国许多江河径流量和输沙量发生了显著变化。据统计,中国入太平洋的10大河流中,年均径流量约为 $1425 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,其中长江与珠江贡献了约80%以上;入海年均输沙量为12.85亿t(1955—2010年)。近60年来,北部干旱-半干旱地区的河流,如松花江、辽河、海河及黄河的年径流量呈显著减少趋势,尤其是2000年后,年均径流量减少30%~70%,而南方湿润区河流(长江、闽江、珠江等)年均径流量变化不显著,但输沙量变化十分剧烈。除松花江与澜沧江,中国大部分河流的年输沙量均呈锐减趋势,尤其是近10年减少十分显著。以黄河流域为例,1919—1960年资料表明:黄河三门峡站年均输沙量约为15.9亿t,而1961—2000年,年输沙量为11.2亿t,近10年(2001—2010年)年均输沙量低于3亿t(图2)。

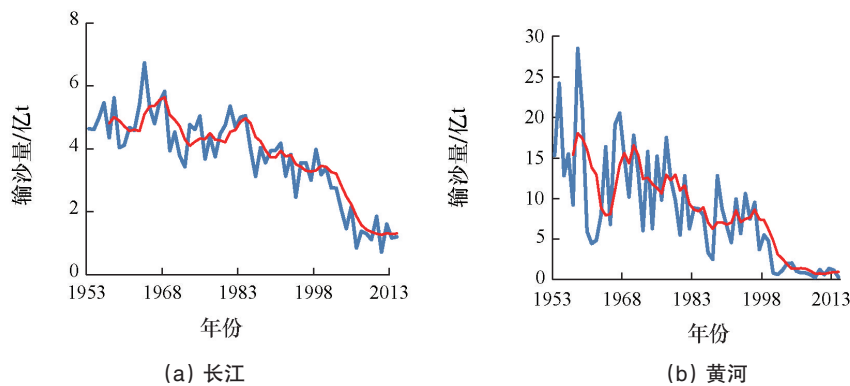


图2 长江大通站与黄河花园口站年输沙量变化

Fig. 2 Temporal variation of annual sediment load at Datong (Yangtze River) and Huayuankou stations (Yellow River)

### 3 水土保持效益与生态服务功能

#### 3.1 水土保持效益

水土保持效益可以归纳为生态效益、经济效益和社会效益。生态效益是水土保持的目的,也是水土保持综合效益的基础<sup>[9]</sup>。生态效益是指水土保持措施保护和改善生态环境的效应,使生态系统趋于平衡,使自然环境向有利于人类生产生活和资源环境可持续利用的方向发展。经济效益是最活跃、积极的因素,是水土保持可持续发展的保障。经济效益是指随着生态环境改善,土地利用率和生产力提高,增加的可以通过市场交换、用货币形式衡量的效益。社会效益是水土保持效益的归宿,经济效益和生态效益最终都具体表现为社会效益。社会效益是指水土保持措施对社会产生的有益作用。因此,从广义上讲,水土保持措施的生态和经济效益也都属于社会效益;从狭义上讲,社会效益主要是指水土保持措施保护自然资源、减轻自然灾害、改善水土流失区居民生产生活条件的作用与机能。国家技术监督局1995年发布的《水土保持综合治理 效益计算方法:GB/T 15774—1995》明确指出,水土保持效益包括基础效益、经济效益、社会效益、生态效益4大类,并提出不同效益的计算方法与指标。

中国早期的水土流失治理生态效益评价研究,主要集中在蓄水保土效益的评价。随着生态修复治理水土流失理念的提出,以及人们对生态效益内涵

理解的深入,水土流失生态修复生态效益评价指标体系也逐渐完善和发展。近年来,大量研究分别涉及了土壤环境效益、群落生态效益、大气环境效益等评价指标。

#### 3.2 生态服务功能

生态服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用<sup>[10]</sup>。美国生态学家Daily1997年出版的专著《Nature's services》中,将生态系统服务定义为“自然生态系统和其中的物种为维持人类生活而提供的一系列的条件和过程”,同时列出了生命支持系统必需的13项功能,如大气和水的净化、洪涝干旱的缓解、土壤及肥力的形成和更新等<sup>[11]</sup>。1997年,Constanza等在《Nature》上发表了全球生态服务功能价值的评估,将生态服务功能分为17类:大气调节、气候调节、干扰调节、水分调节、水资源供应、侵蚀与沉积物滞留控制、养分循环、废物处理、授粉、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、娱乐和文化<sup>[12]</sup>。生态服务功能不仅为人类提供食品、医药和其他工农业生产的原料,还能够支撑与维持地球生命系统的平衡与稳定、生命物质的生物地化循环与水文循环、生物物种与遗传的多样性<sup>[13]</sup>。

水土保持生态服务功能是指水土保持过程中所采用的各项措施对维持、改良和保护人类社会赖以生存的自然环境条件的综合效用<sup>[14]</sup>。根据Daily与Constanza总结的生态服务功能,水土保

持生态服务功能主要体现在以下方面。

1) 保持和改良土壤。林草措施的林冠对降雨具有截留作用,林冠和地表植被可截留一部分雨水,使得雨滴对地表的直接冲击和侵蚀,降低雨滴动能、延缓径流,减少对土壤的侵蚀;林地土壤含有大量的腐殖质,具有较高的透水性能和蓄水性能,使地表径流下渗,减少地表径流的流量和速度;林草植被的根系对土壤的固结作用,能够减少滑坡和泥石流。而工程措施能够有效拦蓄泥沙,如黄土高原修建的水库与淤地坝,能够有效拦蓄上游泥沙。此外,水土保持措施能够增加土壤含水量,改善土壤物理化学性质,提高土壤肥力。

2) 保持和涵养水源。水土保持措施具有截留降水、增强土壤下渗、抑制蒸发、缓和地表径流和增加降水等功能。这些功能可延滞洪峰、调节河流水位。其中,林草措施能够减少地表径流、使更多的地表径流转化为壤中流和地下径流,促进区域水循环与再分配。

3) 净化空气。该生态服务功能主要由林草措施带来,具有吸收污染物、阻滞粉尘、降低噪声等功能。植物的树干、枝叶可以吸收、降解、积累和迁移大气中有害污染物对大气污染起到净化作用;对粉尘具有阻挡、过滤和吸附作用;同时浓密的枝叶可反射或吸收,有效降低噪声。

4) 防风固沙。水土保持林草措施在风沙地区能够有效的降低风速和改变风向,进而起到防风固沙的作用。当风沙经过树林时,部分进入林内,由于树干和枝叶的阻挡,以及气流本身的冲撞摩擦,风力削弱,风速大减、沙尘沉降;另一部分则被迫沿林缘上升,越过林墙,由于林冠起伏不平,激起了许多旋涡,成为乱流,消耗了部分能量。此外,植被的根系均能固沙紧土、改良土壤结构,从而可大大削弱风的携沙能力,有效地阻截、固定、控制流沙,因此,在防沙治沙、防治沙尘暴等方面会起到重要的作用。

除此之外,水土保持措施还在固碳供氧、维持生物多样性和维持景观等方面具有重要的生态服务功能。

### 3.3 生态系统服务功能评价

由于生态系统中只有部分服务功能可通过市场交换实现其价值与价格,其他大部分服务功能无法通过市场进行交换,因此,生态系统服务功能往往采用间接方法计算。目前,较为常用的评价方法包括:市场价值法、影子价格法、人力资本法、恢复和防护费用法、费用支出法和支付意愿法等<sup>[12]</sup>。

1) 市场价值法:考虑由生态系统变化引起的社会经济生活中某些产品边际生产力的变化,根据其市场价格来估算生态系统的服务功能与价值。

2) 影子价格法:以生态系统服务具有相同或相似作用的某种商品或服务的市场价格作为“影子价格”估算生态系统服务功能的价值。

3) 人力资本法:根据市场价格和工资确定个人对社会的潜在贡献,并与生态系统变化对人体健康的影响相结合,评价生态系统的价值。

4) 恢复和防护费用法:通过计算防止生态系统受损的费用或恢复已受损的生态系统的成本作为生态系统服务功能的价值。

5) 费用支出法:根据人们获得某种生态系统服务功能所支出的费用,确定该生态系统服务功能的价值。

6) 支付意愿法:通过对消费者直接调查,了解他们为获得生态系统产品或服务所愿意支出的费用,以评价生态系统服务功能的价值,主要用于生物多样性、自然景观保护等潜在价值分析。

### 3.4 水土保持生态服务功能

水土保持生态服务功能是生态服务功能的一类,水土资源是人类赖以生存的重要物质基础,水土保持作为人类对生态系统干预的有效手段,其生态服务功能价值也受到越来越多的重视<sup>[15]</sup>。

根据 2004 年《中国水土保持公报》,余新晓等<sup>[16]</sup>初步估算全国水土保持生态服务功能的价值总量为 2117.8 亿元,其中保持和涵养水源价值 406 亿元,保持和改良土壤 889.9 亿元,固碳供氧价值 106.9 亿元,净化空气价值为 183.2 亿元,防风固沙价值为 172.0 亿元。6 项生态服务价值中,水土保持措

施的保持与改良土壤价值最突出,占总生态服务功能价值量的 42%,保持与涵养水源的价值次之,占总价值的 19%,居第 3 位和第 4 位的是维持生物多样性价值和净化空气价值,分别占总价值的 17% 和 9%,防风固沙和固碳供氧的价值量在总价值量中所占比例较小,分别为 8% 和 5%。由此可见,水土保持措施真正起到了保持土壤、涵养水源、减少侵蚀、增加土壤肥力的作用。

吴岚<sup>[13]</sup>将全国水土保持生态服务功能可区划为 3 个类型区:水土保持生态服务脆弱区(I 区)、水土保持生态服务敏感区(II 区)和水土保持生态服务监督区(III 区)。各片区计算出生态服务功能总量排序为:西北地区 > 西南地区 > 南方地区 > 华北地区 > 东北地区;另外,林草措施、生态修复和工程措施对生态服务功能具有主导影响作用,且生态修复和林草措施的作用较工程措施的作用更突出;单纯采取一项水土保持措施得到的保土与保水效果要明显低于综合措施的效果。Rao 等<sup>[17]</sup>采用土壤流失通用方程(USLE)与县域社会经济统计数据计算了中国西南地区 2000—2010 年的水土保持生态服务功能,发现城市化、森林与草地呈现显著增加,退耕还林与城市化是导致水土保持生态服务功能变化的主要因素。

近年来,许多研究者在水土流失严重的黄土高原地区开展了部分研究。Fu 等<sup>[18]</sup>评估了黄土高原 2000—2008 年水土保持的生态系统服务功能价值,其更注重模退耕还林工程对控制水土流失的影响。该文采用 USLE 模型评价了自 1999 年退耕还林以来土壤侵蚀变化状况,结果发现土壤侵蚀模数减少了 34%,水土流失最为严重区域分布在坡度 8°~35° 流域之间,其面积约为 45.5%,但却贡献了该区水土流失总量的 82%。Li 等<sup>[19]</sup>认为黄土高原的土地利用变化不仅对区域水文循环产生重大的影响,同时在减少水土流失、固碳、提高粮食生产力等方面具有显著的提升。周萍等<sup>[20]</sup>计算了安塞纸坊沟小流域生态服务功能的动态过程,研究发现随着时间的推移,流域总服务功能价值

将不断变化,不仅取决于各类型生态系统面积的变化,也受环境物品的需求量和市场价格影响。流域总的生态系统服务功能价值量随着植被恢复年限的增加而增加。Li 等<sup>[21]</sup>分析了陕北地区 1978—2000 年的土地利用变化状况,结果发现土地利用变化的固碳功能最高,保水价值最低,净初级生产力(NPP)、固碳、供氧功能约占总价值的 90%,由植被恢复引起的土地利用变化的生态服务功能所占比重最高。

上述研究针对水土保持生态服务功能的评价多采用统计经验模型,对水循环、水土流失、固碳效应等进行计算,但其评价方法的适宜性仍存在较大的争议。例如针对土壤侵蚀的计算多采用 USLE 模型,但其评价的精度与准确性仍有待提高<sup>[18]</sup>。黄土高原的沟谷侵蚀与重力侵蚀发育,是区域侵蚀产沙的主要来源,但传统经验模型并不能估算侵蚀产沙量。同时针对大区域的水土保持生态服务功能评价,数据来源与数据精度也是评价结果可靠的保障。

## 4 结论与展望

水土保持措施为人类提供了巨大的生态效益,在改善水土流失方面产生了显著的影响。能够反映水土保持服务功能的指标有很多,但功能指标的选取要符合客观实际。大多数研究选用保持和改良土壤价值、涵养水源价值、固碳供氧价值、净化空气价值、防风固沙价值、维持生物多样性价值等指标对水土保持生态服务功能价值量进行估算,但水土保持措施生态服务功能价值量的估算还应该考虑生态系统的种类、结构、功能的发挥机制等多种因素。

经过几十年的努力与发展,中国在水土保持方面取得了巨大的成效。剧烈侵蚀区的水土流失面积与强度得到了有效的控制。许多区域逐渐由以控制水土流失为主转向生态系统的修复与生态服务功能的提升。通过建立合理的种类组成(种类丰富度及多度)、结构(植被和土壤的垂直结构)、格局(生态系统成分的水平分布)、异质性(各组分多个变量组成部分)、功能(如水、

能量流动、物质循环等生态功能的表  
现)等实现退化生态系统功能的维持与  
提升。因此,从生态服务功能的视角衡  
量水土保持的效益与作用,尤其是应对  
全球变化和环境污染产生的新的水土

保持科学与技术问题,对水土保持治理  
和科学研究具有重要意义。在未来重  
点水土流失区仍需科学、合理的开展水  
土保持,以维持生态系统地表基底稳定  
性,恢复植被和土壤,保证一定的植被

覆盖率和土壤肥力,增加种类组成和生  
物多样性,实现生物群落的恢复,提高  
生态系统的生产力和自我维持能力,减  
少或控制环境污染为目标,提高区域生  
态系统服务功能。

#### 参考文献(References)

- [1] 孙鸿烈. 水土流失是各类生态退化的集中反映[J]. 中国水利, 2009(7): 10.
- [2] 李智广, 曹炜, 刘秉正, 等. 我国水土流失状况与发展趋势研究[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(1): 57-62.
- [3] 中华人民共和国水利部. 第一次全国水利普查水土保持情况公报[J]. 中国水土保持, 2013, 10(2/3): 11.
- [4] 中华人民共和国水利部. 全国水土保持规划(2015—2030年)[R]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2015.
- [5] 何长高. 关于水土保持生态修复工程中几个问题的思考[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(3): 99-102.
- [6] 焦居仁. 对黄土高原淤地坝建设的几点认识和建议[J]. 中国水土保持, 2003(7): 1-2.
- [7] 刘震. 水土流失综合治理稳步推进成效显著[J]. 中国水土保持, 2009(18): 68-70.
- [8] 陈世正, 王宏富, 屈明. 水土保持农学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [9] 赵建民. 基于生态系统服务理论的水土保持综合效益评价研究——以黄土高原中部丘陵区为例[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [10] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 19-25.
- [11] Daily G. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington DC: Island Press, 1997.
- [12] Costanza R, Ralph D R, Rudolfd G, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [13] 吴岚. 水土保持生态服务功能及其价值研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [14] 盛莉, 金艳, 黄敬峰. 中国水土保持生态服务功能价值估算及其空间分布[J]. 自然资源学报, 2010, 25(7): 1105-1113.
- [15] 周萍. 基于植被恢复的小流域生态系统服务功能评价研究[D]. 杨凌: 中国科学院教育部水土保持与生态环境研究中心, 2009.
- [16] 余新晓, 吴岚, 饶懿懿, 等. 水土保持生态服务功能评价方法[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(2): 110-113.
- [17] Rao E M, Xiao Y, Ouyang Z Y, et al. Changes in ecosystem service of soil conservation between 2000 and 2010 and its driving factors in Southwestern China[J]. Chinese Geographical Science, 2016, 26(2): 165-173.
- [18] Fu B J, Liu Y, Lü Y H, et al. Assessing the soil erosion control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China[J]. Ecological Complexity, 2011, 8: 284-293.
- [19] Lü Y H, Fu B J, Feng X M, et al. A policy-driven large scale ecological restoration: Quantifying ecosystem services changes in the Loess Plateau of China[J]. PLoS One, 2012, 7(2): e31782.
- [20] 周萍, 刘国彬, 侯喜禄. 黄土丘陵区退耕前后典型流域农业生态经济系统能值分析[J]. 农业工程学报, 2009, 25(6): 266-273.
- [21] Li J, Ren Z Y. Changes in ecosystem service values on the Loess Plateau in Northern Shaanxi Province, China[J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(5): 606-614.

## An overview to ecological services of soil and water conservation

LIU Guobin<sup>1,2</sup>, ZHAO Guangju<sup>1,2</sup>, WANG Guoliang<sup>1,2</sup>, AN Shaoshan<sup>1,2</sup>

1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China
2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling 712100, China

**Abstract** Soil and water resources are important material foundation for human life. The ecological service value of soil and water conservation measures have attracted considerable attention due to their great effects on ecosystem. This paper introduces the status of soil loss, dynamic changes, soil and water conservation in China. It analyzes the benefit of soil and water conservation and their ecological service value. We propose that soil and water conservation should maintain its fundamental role in soil erosion control, as well improve ecosystem service function in the future to achieve harmony between human and nature.

**Keywords** soil and water loss; soil and water conservation; ecological restoration; ecological services

(责任编辑 王媛媛)