

水土保持新理论

郭忠升^{1,2}

¹西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 西安

²中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 西安

收稿日期: 2022年5月12日; 录用日期: 2022年6月22日; 发布日期: 2022年6月30日

摘要

经过多年努力, 水土保持工作取得了重大进展, 但是由于缺乏科学理论指导, 每年因水土流失造成数以百亿生命财产损失, 严重影响人们日常生活和经济社会高质量发展。为此, 在多年创新研究基础上, 作者提出了水土保持新理论。它包括: 1) 水土流失是水土资源的迁移过程; 2) 水土流失对经济社会高质量发展有负面影响和正面影响。新时期水土保持要开阔视野、全面充分认识水土流失后果, 扬长避短, 全方位高质量开展水土保持工作; 3) 水土保持就是采用一些方法和措施, 减少水土流失到土壤允许流失量水平, 同时提高流失过程中水土资源的经济效益; 4) 实行水土保持高质量可持续管理, 持续获取最大水土保持效能, 满足人们对美好生活的向往对水土保持的需要。水土保持新理论的提出, 极大地提高了水土保持科技水平, 应用该理论地区都取得满意效果。

关键词

水土资源, 水土流失, 水土保持, 生态安全, 高质量可持续发展

New Theory of Soil and Water Conservation

Zhongsheng Guo^{1,2}

¹Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Xi'an Shaanxi

²Institute of Soil and Water Conservation, Department of Water Resources of ACS, Xi'an Shaanxi

Received: May 12th, 2022; accepted: Jun. 22nd, 2022; published: Jun. 30th, 2022

Abstract

China attaches great importance to soil and water conservation. Over the years, significant progress has been made in soil and water conservation. However, due to the lack of scientific theoretical guidance, tens of billions of lives and property losses are caused by soil and water loss every year, which seriously affects people's daily life and high-quality economic and social development. Based on many years of innovative research on soil and water conservation, the author

文章引用: 郭忠升. 水土保持新理论[J]. 水土保持, 2022, 10(2): 13-20.

DOI: 10.12677/ojswc.2022.102003

puts forward a new theory of soil and water conservation, which includes: 1) The process of soil and water loss is the migration of soil and water resources; 2) Soil erosion has a negative and positive impact on the high-quality development of economy and society. In the new era, soil and water conservation should broaden our horizons, fully understand the consequences of soil and water loss, develop strengths and avoid weaknesses, and carry out soil and water conservation work in an all-round and high-quality way. 3) Water and soil conservation is to adopt some methods and measures to reduce water and soil loss to the allowable level of soil loss, and improve the economic benefits of water and soil resources in the process of water and soil resources loss, and try to improve the efficiency of water and soil conservation. 4) Carrying out high quality and sustainable management of water and soil conservation to get the maximum effect of water and soil conservation and meet people's need for water and soil conservation. The new theory of soil and water conservation has greatly improved the scientific and technological level of soil and water conservation. The application of this theory has achieved satisfactory results in all regions.

Keywords

Water and Soil Resources, Water and Soil Loss, Water and Soil Conservation, Ecological Safety, High Quality and Sustainable Development of Soil and Water Conservation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

水土资源是人类社会高质量可持续发展的基础。水土流失是引起水土资源再分配,独特风景区建设,国家粮食、交通安全和生态安全,关乎人民群众生命财产安全和生活水平提高,影响经济社会高质量发展的重要问题,因此水土保持非常重要。

中国很早就非常重视水土保持工作。公元前256年~前251年,被秦昭王任命为蜀郡太守的李冰治水,创建了奇功。它主持修建的都江堰水利水保工程,开创了水土保持工程高质量可持续发展的先河。

现代水土保持学在美国兴起。随着美国西部平原开垦,自然植被遭受破坏,土地裸露十分严重,生态环境日益恶化,沙尘暴肆无忌惮地威胁着当地人民的生命安全。人对自然的肆意掠夺,导致了大自然无情报复,美国社会开始重新反思人与自然关系,形成水土保持学雏形。

自1992年世界环境与发展大会以来,可持续发展已经成为各国共识。1994年中国政府明确表态今后中国在经济和社会发展中实施可持续发展战略。2017年中国提出高质量发展。如何在可持续发展国际大背景下实现水土保持高质量发展,持续获取最大水土保持效能,满足新时期人民对美好生活的向往对水土保持的需要是一个急待解决的重大关键科学问题。

自从1982年作者参加延河流域杏子河综合考察,实地考察黄土高原典型水土流失区侵蚀地貌和水土流失危害以来,就开始研究水土保持高质量发展问题。先后参加了中国林科院举办的日本援华项目“水源涵养林高级研讨班”(1982~1983),学习了日本先进水土保持经验;参加了“区域水土流失防治与农业可持续发展中重大共性关键问题”等国家和省部委重大研究项目,对降水、风速、地表径流和泥沙等进行了长期定位监测和分析,开始系统研究水土保持理论。1985年参加黄土高原综合考察期间,考察了刘家峡水库和建设中的龙羊峡水库;1990年提出了利用模糊综合评判原理进行水土保持植被等多功能林树草种选择方法研究[1],2014年提出了水土保持林适宜初值密度确定方法[2];1998年区分了评价水

水土保持植被效能的两个重要概念:植被覆盖度和覆盖率[3]; 2000年提出了水土保持林、防风固沙林和水源涵养林成林标准和适宜建造规模, 防风固沙林、水源涵养和水土保持林有效覆盖率[4] [5] [6] [7]; 2000年提出了水资源紧缺地区水土保持植被高质量可持续发展的重要概念: 土壤水分植被承载力和土壤水资源利用限度[2] [8] [9] [10] [11], 发现水土保持植被高质量可持续发展的理论基础为资源利用限度理论和植被承载力理论, 在水资源紧缺地区为土壤水资源利用限度理论和土壤水分植被承载力理论[2] [12]。2009年在重庆参加中国科协年会时, 做了水土保持植被高质量可持续管理方面报告后, 从重庆登船, 实地考察了长江河道水质变化和水土保持高质量可持续管理典型工程, 三峡大坝; 在参加中科院科技援藏项目时(2003~2005年), 考察了西藏治沙项目, 日喀则公路沙埋现象和青藏铁路沿线水土保持工作[13]; 2012年去日本九州参加国际会议时, 考察了柳杉林小流域修建道路引起的土壤侵蚀; 2013以中科院高访学者身份去美国奥克拉荷马州立大学进行合作研究, 考察了附近飓风过后惨状, 发现飓风过后只有建筑质量好的民航大楼保存下来, 其它建筑和民房破坏严重。实地考察了美国奥克拉荷马州立大学水土保持径流小区和小流域; 2016年去马来西亚槟城参加国际会议, 考察了附近幸福河道两岸基础设施建设。在多年水土保持高质量可持续发展创新研究基础上, 2019年应邀给西北农林科技大学水土保持与荒漠化防治专业讲授“水土保持与生态安全”。因为缺乏合适教材, 需要进行教材编写, 于是安排王松伟对百余年水土保持研究文献进行回顾, 发现百余年来水土保持工作取得了重大进展[11] [12] [14] [15] [16], 例如提出了抗冲性和抗蚀性概念和“黄土高原国土整治‘28字方略’” [17], 提出了水土保持率[15], 在水土流失区建立了大面积水土保持植被, 在流域内建立了许多淤地坝, 在黄河长江等大江大河沿岸建立许多大坝和大堤, 修建了许多水库等; 在实现全部降水就地入渗拦蓄、提质增效, 减少地表径流与泥沙, 改善水质, 实现粮食安全、生态安全和建立幸福河湖, 促进区域经济发展方面取得了重大进展。但是由于水土保持理论研究严重滞后, 导致人们对水土保持认识水平低, 水土保持措施建造标准低, 措施范围窄, 导致水土保持效能低。每年因水土流失造成数以百亿的生命财产损失, 严重影响人们日常生活和经济社会高质量发展, 急需实行水土保持高质量可持续发展。

2. 水土保持新理论

目前我们进入新时期。新时期人们收入增加, 财产增长, 生活水平提高, 时间观念强烈, 社交活动频繁, 对大气、土壤、水质和交通等要求更高, 人们对美好生活的向往对水土保持提出了更高的要求。因此新时期水土保持不仅限于提质增效, 减少水土流失, 而是要提高水土保持效能到更高水平, 满足人们的需要。因此需要进行水土保持高质量可持续管理, 持续获取最大水土保持效能, 避免洪水、沙尘暴等严重水土流失事件造成的生命财产损失。因此, 为了满足人们对美好生活的向往对水土保持的更高要求, 必须实行水土保持高质量可持续发展, 只要这样才能满足国家高质量发展大局。为了实现水土保持高质量可持续发展, 就需要加强新时期水土保持理论研究, 提出与新时期水土保持高质量可持续发展相适应的水土保持理论, 简称水土保持新理论。

为了适应客观形势发展需要, 新时期水土保持必须以水土保持高质量可持续发展为目标, 以新时期水土保持理论, 即水土保持新理论为指导, 实行水土保持高质量可持续管理, 持续获取最大水土保持效能。真正实现以人民为中心的发展理念, 坚持发展水土保持事业就是为了人民, 而水土流失面积大, 目前还有 271 万 Km^2 [15], 而且水土流失面积在动态变化, 因此我们必须依靠广大人民群众迅速地进行水土保持。水土保持成果由人民共享, 就必须统一思想, 提高水土保持措施建造标准, 扩大水土保持措施外延, 寻求全社会支持, 形成全国合力, 提高水土保持能效。只有这样才能持续获取最大水土保持效能, 实现水土保持高质量可持续发展, 满足人们日益提高的生活水平对水土保持的需要, 满足国家高质量发展对水土保持的要求[18] [19]。

在长期水土保持创新研究基础上,结合近期承担的国家自然科学基金和国家重点研发项目,2019年作者提出水土保持新理论,及时利用有关刊物和媒体发表了“New Theory of Soil and Water Conservation”,“郭忠升:水土保持高质量可持续发展”等[20],广泛征求意见,凝聚共识;水土保持研究所及时设立创新专项“水土保持高质量可持续发展”,为发展和完善水土保持新理论创造条件。现将最新的水土保持新理论分述于下。

2.1. 水土流失

目前人们对水土流失认识不统一。有人认为水土流失是指“在水力、重力、风力等外营力作用下,水土资源和土地生产力的破坏和损失过程,包括土地表层侵蚀和水土损失,亦称水土损失;多数人认为水土流失等同于土壤侵蚀即土壤被水力冲刷、风力吹蚀或重力侵蚀,而使土壤发生分散、搬运和堆积的过程。例如孙建轩认为水土流失也叫土壤侵蚀。它是指地球陆地表面的土壤,成土母质和岩石屑,在水力、风力、重力和冻融等外力作用下,发生各种形式的剥蚀、搬运和再堆积的过程,是一种自然现象[21]。

为了实现水土保持高质量可持续发展,就必须统一对水土流失认识。水土流失可定义为在外力作用下,水土资源从一个地区流动到另一个地区的过程。水土流失包括广义水土流失和狭义水土流失。水土流失区包括产流产沙区,输沙区和沉积区。广义水土流失是指水土资源迁移过程,狭义的水土流失指土壤侵蚀。

2.2. 水土流失对高质量发展影响

水土流失引起地形地貌,土地生产力和生态环境变化,对经济社会高质量发展有负面和正面影响。

2.2.1. 水土流失导致流失区土壤肥力和土地生产力下降甚至丧失

土壤肥力是土壤支持植物生产的能力[22]。严重水土流失造成肥沃表层土壤变薄,耕地面积减少,导致土壤肥力下降、降低作物产量和效益[23],加剧人地矛盾等灾难性后果。随着水土流失发展形成“越穷越垦、越垦越穷”的恶性循环,加剧贫困[17],阻碍经济社会高质量发展。

2.2.2. 水土流失冲毁农田、道路和村庄,淤积河道

水土流失冲毁农田,铁路和道路路基和村庄,淤积河道等。沙尘暴、山洪、山体滑坡和泥石流等引发严重水土流失,冲毁农田,道路和村庄,淤积河道、湖泊、水库等,影响火车、高铁,公路交通运行。

2.2.3. 水土流失污染水质影响生态平衡

水土流失冲走地表污物,加速面源污染,水库污染严重。当发生暴雨时,强大的地表径流将地表堆积的垃圾冲击到农田,大江大河中,严重影响地表水和地下水水质和粮食安全。

2.2.4. 台风、雾霾、沙尘暴和山体滑坡等影响人们健康、出行和社会活动

随着经济社会发展,人民生活水平提高,人们的出行和社交活动日益迫切和频繁,对生命安全、健康要求越来越高,而台风、雾霾、沙尘暴和山体滑坡等影响能见度,从而影响航班、高铁、地铁和公路交通,严重影响人们快速出行和社会活动。例如根据中国天气网2021年3月27日8:22报道,预计3月27日,今明天北方将再度出现大范围沙尘天气,内蒙古中西部、陕西北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、辽宁西部等地的部分地区有沙尘暴。此次沙尘天气过程影响范围广、强度强、部分地区风力较大。受河北段雾大影响,北京南部地区的多条高速公路已经采取了封路措施。首都地区环线高速公路内环方向安采桥至市界路段封闭;京台高速出京方向佃子至市界路段封闭,出京车辆由佃子出口驶出;大广(京开)高速出京方向求贤至市界路段封闭;京港澳高速出京方向琉璃河至市界路段封闭,出京车辆由琉璃河出口驶出;京昆高速出京方向张坊至市界路段封闭,出京车辆由张坊口驶出,这样天气影响出行便利和

安全。

2.2.5. 水土流失加速独特地貌形成, 促进生态旅游发展

裸露的土壤和岩石经过风吹日晒, 形成诸多神奇、美妙的自然景观。比如位于内蒙克什克腾旗东北部的克什克腾石阵景区, 位于陕西榆林的丹霞自然景区以及位于秦岭山中柞水溶洞等。柞水溶洞是石灰岩中碳酸钙在 H_2O 和 CO_2 作用下形成微溶碳酸氢钙地下水长期溶蚀的结果。由于石灰岩层各部分含石灰质量不同, 侵蚀程度不同, 就逐渐被溶解分割成互不相依、千姿百态、陡峭秀丽的山峰和奇异景观的溶洞, 成为旅游景点。在含钙水蒸发过程中, 形成钙化景观, 如钙化边石坝彩池、钙化滩、钙化扇、钙化湖、钙化塌陷湖、坑, 以及钙化瀑布、钙化洞穴、钙化泉、钙化台、钙化盆景等一应俱全, 是一座名副其实的天然钙化博物馆。它规模巨大: 黄龙沟连绵分布钙化段长达 3600 米, 最长钙化滩长 1300 米, 最宽 170 米; 彩池数多达 3400 个; 边石坝最高达 7.2 米; 扎尕钙化瀑布高达 93.2 米, 这些都属中国之最, 世界无双, 如黄龙钙化景观, 华山独特景观; 美丽的塔克拉玛干沙沙和壶口瀑布景观。这些独特地貌和景观促进生态旅游和当地经济发展, 改善人民休闲生活和增加乐趣, 提高幸福感。

2.2.6. 水土流失形成淤积平原, 扩大陆地面积

大量泥沙在河流中下游抬高河床或在河口地区淤积形成淤积平原, 扩大陆地面积。例如在长江流域出海口, 形成了崇明岛。开始这里不过是一块小沙丘而已, 随着泥沙冲击、沉淀, 沙丘面积逐渐扩大扩大, 行成岛屿, 逐渐有渔民在这里安居。黄河每年携带大量泥沙穿峡谷, 在入海口向外填海造陆, 使黄河三角洲的陆地边缘持续外延, 因此新时期水土保持要开阔视野、全面充分认识水土流失后果, 权衡利弊, 扬长避短, 全方位高质量开展水土保持工作。

2.3. 水土保持

1926 年 Bennet 首次提出土壤可蚀性随土壤的不同而变化, 1930 年 Middleton 提出土壤可蚀性指标概念, 1935 年 Bouyoucos 提出用粘粒率作为土壤可蚀性指标, 粘粒率 = (沙粒含量 + 粉粒含量)/粘粒含量。Peele 等人 1938 年用土壤渗透性作为土壤可蚀性指标对土壤可蚀性进行了研究。1954 年, Anderson 提出以团聚体表面率作为土壤可蚀性指标。朱显谟院士提出了抗冲性和抗蚀性概念[14], 朱显谟院士提出了抗冲性和抗蚀性概念和“黄土高原国土整治‘28 字方略’”, 即全部降水就地入渗拦蓄, 米粮下川上塬、林果下沟上岔、草灌上坡下坳等[17]。水土保持是防治水土流失, 保护、改良与合理利用水土资源, 维护和提高土地生产力, 以利于充分发挥水土资源的生态效益、经济效益和社会效益, 建立良好生态环境的事业[18] [19] [24] [25]。这个定义曾经发挥重要作用, 但是由于它没有提出高标准水土保持措施量化标准, 导致水土保持措施建造标准低, 范围窄, 水土保持效能低。长期的“提质增效”虽然取得了重要的进展, 但是水土保持效能不能满足人们对美好生活的向往对水土保持需要, 每年因严重水土流失造成的村庄毁坏, 跨坝、垮堤和桥梁道路毁坏, 汽车、房屋损失等, 造成数以百亿经济损失和生命财产损失, 严重制约着国家高质量发展。

为了真正满足人民群众获得感、安全感和幸福感, 就必须实行水土保持高质量可持续发展, 真正实现以人民为中心的发展理念, 坚持发展水土保持就是为了人民。我国水土流失区面积大, 任务艰巨, 目前还有 271 万 Km^2 [15], 必须依靠广大人民群众进行水土保持; 水土保持成果由人民共享, 就必须扩大水土保持措施外延, 寻求全社会参与和支持, 形成全国合力。为了动员全社会力量进行水土保持, 持续获取最大水土保持效能, 就必须提高水土保持措施建造标准, 扩大水土保持措施范围。因此水土保持可定义为采用一些方法或措施减少水土流失, 使土壤流失量降低到土壤允许流失量水平[19] [20] [26]。同时确保行洪过程安全, 高效利用水土流失过程中的水土资源, 最大限度降低行洪过程中的生命财产损失,

持续获取最大经济效益[19] [20]。

2.4. 水土保持高质量可持续管理

首先根据外营力和水土流失时空变化以及居民要求,提高水土流失区民居和道路、桥梁和农田等抗侵蚀标准,提高水土保持措施标准,并进行空间优化配置[7] [19],避免水土保持加剧生态安全问题,同时制定相应的水土保持高质量可持续管理方法和应急预案,加强对因材料疲劳,动物危害等引起大坝大堤破坏的预先检查,对沙尘暴、飓风、暴雨等极端天气和地震等地质灾害预报,对易发灾害的涵洞,道路等关键部位动态监测,制定应急预案,减少甚至消灭沙尘、洪水造成的交通安全事故和生命财产损失。按照资源利用限度理论和植被承载力理论,在水资源紧缺地区为土壤水资源利用限度和土壤水分植被承载力,对水土保持植被实行高质量可持续管理,持续获取最大水土保持效能[11] [12]。

3. 实施水土保持新理论实施效果

水土保持新理论是科学理论,但是因为水土流失区面积大,人们对水土保持认识水平参差不齐,目前在实践中出现两种截然不同效果。在自觉践行和推广水土保持新理论地区,取得了良好的水土保持和经济收益。例如,在黄土丘陵半干旱区的宁夏固原实验站(宁夏固原),在山坡嫁接红梅杏树周围建立大鱼磷坑,或改变微地形,建立梯田,因地制宜地扩大树坑蓄水量和提高梯田质量,实现全部降水就地入渗,并时拦截上坡来水,不仅将水土流失降低到土壤允许流失量水平,同时高效利用土地资源,红梅杏亩收入1万以上。总结出红梅杏高质量生产方法,首先扩大树坑或修高等级梯田,确保全部降水就地入渗,并拦截上坡来水,根据当地灾害天气预报,在春节红梅杏开花和幼果期(3月下旬到4月底或5月初),采用迅速喷防冻剂或覆盖措施,减少甚至消灭低温霜冻危害;在5月20日前后,喷2000倍高效低毒氟氰菊酯防治实心虫危害;如果在植物水关系调控关键期出现长期严重干旱和保存密度超过土壤水分植被承载力时,依据土壤水分植被承载力时的适宜叶量,采用修剪对植物水关系调控关键期的植物水关系进行调控,然后依据承载力时最大叶量与优质果的关系,进行营养生长与生殖生长关系再调控,获取最大产量和经济效益[27]。2017年建立国家优质红梅杏示范基地以来,加速了红梅杏高质量生产方法的研究、示范和推广。

春季对山坡水土保持柠条林进行平茬,确保冠层盖度不低于水土保持林建造标准(60%),在满足水土保持效能要求前提下,尽量减少旱季土壤水分消耗。如果生长季,当最大入渗深度范围内土壤水资源下降到土壤水资源利用限度时,植物水关系进入植物水关系调控关键期,植物水关系调控关键期末期为植物水关系调控失效时。如果在植物水关系调控关键期保存密度超过土壤水分植被承载力时,及时进行植物水关系调控,确保植物生长正常,防止因干旱导致柠条提前落叶,林冠截留作用消失,持续获取最大水土保持效能。

在陕北黄土高原丘陵沟壑区的米脂县高西沟村,自发地将一个地表破碎、水土流失严重、土地贫瘠的秃山沟建成层层梯田盘山头,高山松柏连成片的“陕北小江南”,土壤流失量低于土壤允许流失量,同时高效利用水土资源,高西沟村采用培育有机苹果种植、电商助力,开展生态旅游业,走多种经营路子,2020年人均收入18,851元,远超全县平均水平(5834元),成为该区水土保持高质量可持续发展典型。

杭锦旗政府利用黄河南岸总干渠取水,建成引水闸、引水渠、生态围堤、退水闸与总干渠相连通,形成从黄河引水,自流进入库布其沙漠后退水入黄河的水循环格局。将黄河水引进沙漠,减少了黄河中下游径流量、泥沙、下游河道淤积,累计引水2亿多立方米,使库布其沙漠形成了近20平方公里的水面和近60平方公里的生态湿地,植物生长良好,一些水鸟到此栖息,让沙漠变绿洲的奇观,引起了各国的关注,开展生态旅游,取得良好经济效益。引水治沙法让世界各国纷纷模仿。

国家电投集团北京电力有限公司创新性地提出了“光伏治沙、恢复生态”的理念，内蒙古自治区巴彦淖尔市磴口工业园区管委会与国家电投“光伏治沙”合作，建成磴口光伏治沙项目。不仅减弱太阳能暴晒地表和降低近地表风速，促进太阳能电池板下植物生长，取得了极好的治沙效果，同时固碳，获得绿色清洁能源，提高经济效益，目前在甘肃、宁夏、西藏和新疆等地得到推广。在风口地区建立风力发电站，减少风力，降低风沙危害。

在水土流失区应该依据地形地貌，地表径流冲刷强度建立高标准农田，建设高标准建筑和水土保持工程项目不仅可以有效规避水土流失危害，而且取得良好的生态和社会效益，例如，保持千年的哈尼梯田，屹立长江几百年的湖北鄂州观音阁和集防洪、灌溉、水运和社会用水综合效益为一体，持续充分发挥水土保持功效两千年的都江堰和现代三峡大坝等[28]。

在没有以水土保持新理论为指导，实行水土保持实行高质量可持续发展的地区，一旦遇到飓风、沙尘暴和暴雨，就会发生了严重的垮坝、垮堤、洪水冲毁房屋、道路和农田等严重影响高质量发展事件，造成民房、道路、大堤和库坝被毁，汽车报废，人员伤亡等严重事件，例如 2021 年在欧洲多国，美国和中国的河南、山西和陕西等省发生严重洪水灾害。

4. 小结

水土保持新理论极大地继承、丰富和发展了水土保持理论，提高了公众对水土保持认知水平。该理论的提出是水土保持科学技术发展中值得庆祝的、具有里程碑意义的重大事件，它在推动水土保持科学技术进步，可持续利用自然资源，改善生态环境，提高国防能力，保障国家和社会安全，改善人民物质文化生活及提高健康水平，培养高层次人才、建设美丽中国等方面发挥了重要作用。实践证明，为了满足人民群众的获得感、安全感和幸福感，新时期水土保持必须以实现水土保持实行高质量发展为目标，以水土保持新理论为指导，持续获取最大的水土保持效能，满足人们对美好生活的向往和对水土保持需要。

项目编号

水土保持研究所创新专项，水土保持高质量发展研究(A2180021002)。

参考文献

- [1] 郭忠升, 吴钦孝, 施立民. 利用模糊综合评判原理进行“三料”林树草种选择的研究[J]. 生物数学学报, 1990, 5(3): 69-90.
- [2] 郭忠升. 土壤水分植被承载力的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 1-104, 216-241.
- [3] 郭忠升. 盖度与覆盖率的区别与联系[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(5): 119-119.
- [4] 郭忠升. 黄土高原林草植被建设中的三个重大问题[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(5): 72-74.
- [5] 郭忠升. 黄土高原地区水土保持植被建造标准[J]. 水土保持通报, 2000, 20(7): 53-58.
- [6] 郭忠升. 水土保持林有效覆盖率及其确定方法的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 67-72.
- [7] 郭忠升, 邓金苗. 水土保持林有效覆盖率述评[J]. 中国水土保持, 2009(4): 29-31.
- [8] 郭忠升, 邵明安, 张一平, 吴钦孝. 林地土壤剖面水分垂直变化层次划分方法的研究[M]//邵明安. 土壤物理与生态环境建设研究文集. 西安: 陕西科技出版社, 2002: 74-79.
- [9] 郭忠升. 黄土丘陵半干旱区土壤水资源利用限度[J]. 应用生态学报, 2010, 21(12): 3029-3035.
- [10] 郭忠升. 水资源紧缺地区土壤水资源利用限度[J]. 资源与环境, 2019, 1(1): 11-30.
- [11] Guo, Z.S. (2021) Soil Water Carrying Capacity for Vegetation. *Land Degradation & Development*, **32**, 3801-3811. <https://doi.org/10.1002/ldr.3950>
- [12] Guo, Z.S. (2021) Soil Hydrology Process and Sustainable Use of Soil Water Resources in Desert Regions. *Water*, **13**,

2377. <https://doi.org/10.3390/w13172377>
- [13] 郭忠升. 西藏高原林业和生态环境建设存在的问题与对策[J]. 林业科技管理, 2005, 1/2: 84-86.
- [14] 方学敏, 万兆惠, 徐永年. 土壤抗蚀性研究现状综述[J]. 泥沙研究, 1997(2): 87-91.
- [15] 蒲朝勇. 推动新阶段水土保持高质量发展的思路与举措[J]. 中国水利, 2022(7): 6-8.
- [16] 史志华, 刘前进, 张含玉, 王玲, 黄萱, 方怒放, 岳紫健. 近十年土壤侵蚀与水土保持研究进展与展望[J]. 土壤学报, 2020, 57(5): 1117-1127.
- [17] 朱显谟. 土壤学与水土保持[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2004: 424-428.
- [18] 王青兰. 水土保持生态建设概论[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2008.
- [19] Guo, Z. (2020) New Theory of Soil and Water Conservation. *Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences*, **1**, 64-69. <https://doi.org/10.37871/jels1122>
- [20] 郭忠升. 新时期水土保持高质量可持续发展[C]//中国环境科学年会. 2021年科学技术年会论文集. 北京: 中国知网出版社, 2021: 1193-1202.
- [21] 关君蔚. 水土保持原理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 1-3.
- [22] Chen, S., Lin, B., Li, Y. and Zhou, S. (2020) Spatial and Temporal Changes of Soil Properties and Soil Fertility Evaluation in a Large Grain-Production Area of Subtropical Plain, China. *Geoderma*, **357**, Article ID: 113937. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113937>
- [23] Wolka, K., Mulder, J. and Biazin, B. (2018) Effects of Soil and Water Conservation Techniques on Crop Yield, Runoff and Soil Loss in Sub-Saharan Africa: A Review. *Agricultural Water Management*, **207**, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.016>
- [24] 文俊. 水土保持学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 1.
- [25] 曹文洪, 宁堆虎, 秦伟. 水土保持率远期目标确定的技术方法[M]. 中国水土保持, 2021(4): 5-8+21+9.
- [26] Ostovari, Y., Moosavi, A.A., Mozaffari, H., et al. (2021) RUSLE Model Coupled with RS-GIS for Soil Erosion Evaluation Compared with T Value in Southwest Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, **14**, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06405-4>
- [27] 郭忠升, 王松伟. 依靠科学技术, 实现红梅杏可持续生产, 乡村振兴[M]. 乡村振兴研究, 2019, 7(1): 52-61.
- [28] Guo, Z.S. (2022) High-Quality and Sustainable Management of Water and Soil Conservation Project. *Journal of Business & Economic Management*, **10**, 57-63.