

DOI: 10.5846/stxb201906111231

马蓉蓉, 黄雨晗, 周伟, 周际, 白中科, 官炎俊, 郑连福, 詹培元, 杨正, 张艳. 祁连山山水林田湖草生态保护与修复的探索与实践. 生态学报, 2019, 39(23): 8990-8997.

Ma R R, Huang Y H, Zhou W, Bai Z K, Guan Y J, Zheng L F, Zhan P Y, Yang Z, Zhang Y. Exploration and practice of ecological protection and restoration about mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands in the Qilian Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(23): 8990-8997.

祁连山山水林田湖草生态保护与修复的探索与实践

马蓉蓉^{1,2}, 黄雨晗², 周伟^{2,5,6,*}, 周际^{3,5}, 白中科^{2,5,6}, 官炎俊², 郑连福⁴, 詹培元⁴, 杨正⁴, 张艳⁴

1 青海大学生态环境工程学院, 西宁 810016

2 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

3 自然资源部国土整治中心, 北京 100035

4 青海省国土整治与生态修复中心, 西宁 810001

5 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100035

6 自然资源部矿区生态修复工程技术创新中心, 北京 100083

摘要: 遵循“山水林田湖草是一个生命共同体”的先进理念, 实施生态系统的整体保护、系统修复、综合治理, 是加强生态文明建设的新举措。现阶段生态保护与修复的研究主要集中在内涵、机制及启示等方面, 为“山水林田湖草”生态保护修复提供了理论与技术支撑, 但缺乏系统性的梳理与总结。以中国重要生态功能区祁连山为例, 以生态地位、退化现象及成因为切入点, 结合已开展的生态保护修复工程, 总结了典型生态保护修复措施, 提出了有针对性的策略与建议, 旨在为山水林田湖草生态修复提供模式示范。祁连山生态退化的原因主要为: 全球气候变暖、人类活动干预、传统发展理念制约及环境保护投入不足等。典型生态保护与修复措施已涵盖了“山水林田湖草”各个方面, 但在工程实践中如何有机整合各项措施, 使生态系统成为“生命共同体”仍是未来探索的科学问题。生态保护修复的理论与实践还需完善以下内容: 加强基础调研与科技创新; 加强统一规划与协同管理; 积极完善生态补偿机制; 建立由“开刀治病”工程治理向“健康管理”自然恢复逐步引导的生态修复理念。

关键词: 祁连山; 生命共同体; 生态修复; 生态系统; 工程实践

Exploration and practice of ecological protection and restoration about mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands in the Qilian Mountains

MA Rongrong^{1,2}, HUANG Yuhan², ZHOU Wei^{2,5,6,*}, ZHOU Ji^{3,5}, BAI Zhongke^{2,5,6}, GUAN Yanjun², ZHENG Lianfu⁴, ZHAN Peiyuan⁴, YANG Zheng⁴, ZHANG Yan⁴

1 College of Eco-Environmental Engineering, Qinghai University, Xining 810016, China

2 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences Beijing, Beijing 100083, China

3 Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

4 Land Management and Ecological Restoration Center, Qinghai Province, Xining 810001, China

5 Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

6 Technology Innovation Center for Ecological Restoration in Mining Areas, Ministry of Natural Resources, Beijing 100083, China

Abstract: Following the advanced concept of “taking mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands as a life community”, the implementation of overall protection, system restoration, and comprehensive management of ecosystems is important for promoting the development of ecological civilization. Currently, related research mainly focuses on

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41977415); 国家重点研发计划项目(2017YFF0206802)

收稿日期: 2019-06-11; **修订日期:** 2019-09-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhouw@cugb.edu.cn

connotation, mechanisms, and enlightenment. This provides theoretical and technical bases for the ecological protection and restoration of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands but lacks systematic combing and summarization. Using the Qilian Mountains, which is an important ecological function area in China, as a case study. Based on the ecological status, degradation phenomenon and cause, the present study summarizes the typical ecological protection and restoration measures, proposes targeted strategies. The aim of the study is to provide a model demonstration for the ecological restoration of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands. The main drivers of ecological degradation include global warming, human activity, restriction of traditional development concept, and insufficient investment in environmental protection. Typical ecological protection and restoration measures have covered all aspects of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands, but how to organically integrate engineering measures to transform ecosystem into “life communities”, it still require further exploration. The theory and practice of ecological protection and restoration need to be improved by strengthening basic research and technological innovation, strengthening unified planning and collaborative management, actively improving the ecological compensation mechanism, and establishing the ecological restoration concept from project management to natural restoration.

Key Words: Qilian Mountains; life community; ecological restoration; ecosystem; engineering practice

祁连山生态系统在维护我国西部生态安全方面有着举足轻重的地位,国家领导人对祁连山生态保护多次作出重要指示^[1-4]。但受全球气候变暖和资源过度开发、粗放利用、奢侈消费的影响,祁连山出现冰川消融量逐年增加、雪线退缩愈加明显^[5-6]、水源涵养功能缩减等生态环境问题^[7-8],进而导致山-水-林-草-湖-田生态系统发生退化,严重影响了生态系统的稳定性,制约了区域内经济社会的绿色发展。

目前,针对祁连山地区生态环境的研究主要包含水源涵养^[9]、气候变化^[10]、冰川冻土变化^[11]、植被覆盖变化^[1]、植被生产力^[12]以及生物多样性保护^[13]等方面,气温与降水是影响祁连山地区植被变化的主要因子,局部地区的人类活动是影响植被变化的重要因素^[14-15],上述研究为生态修复提供了理论基础,但是目前大部分研究只是从土壤、植被、水文、气候等环境因子的单一变化展开的,对生态环境的保护也只是停留在治山、治水、护田、育林各自为战的工作层面,而对生态系统的保护与修复缺乏整体性、系统性和综合性的研究^[16]。习近平总书记系列讲话多次强调要运用系统论的思想方法管理自然资源和生态系统,把统筹山水林田湖草系统治理作为生态文明建设的一项重要内容来加以部署^[17-18]。因此,如何实施山水林田湖草生态系统的整体保护、系统修复和综合治理已成为众多学者广泛关注的科学问题^[3, 16, 19]。

前人在生态保护修复领域开展的研究虽然涉及内涵特征^[18, 20]、主要环节^[21]、修复路径^[3, 22]、技术选择^[23]、机制体制^[19]和启示作用^[24]等多个方面,为生态环境保护与修复提供了一定的理论与实践支撑,但缺乏系统性的梳理与总结。因此,本文以山水林田湖草修复工程试点项目祁连山为例,基于现有文献和工程实践,探索冰川与水源涵养国家重点生态功能区生态修复工程的理论与实践路径,以期为我国山水林田湖草生态系统修复工程提供参考。

1 祁连山概况及生态现状

1.1 祁连山基本概况

祁连山位于青藏高原、蒙新高原和黄土高原的交汇区和分界线,地跨青海、甘肃两省,东西长约 1000 km,南北宽约 300 km^[25]。地貌包括山地、沟谷和盆地,以山地为主,海拔 4000—6000 m;祁连山区河流多,以冰川融水补给为主,水系非常发育,围绕中心地向四周呈辐射状分布,主要包括河西内流水系、柴达木内流水系和黄河流域水系。气候、土壤、植被以及环境的纬向、经向和垂直方向的三向地带性变化明显^[26-27],年均温 -1.4—9.6℃,极端最高温 37.6℃,极端最低温 -35.8℃,年均降水量 84.6—515.8 mm,年蒸发量 1137.4—2581.3 mm,无霜期 23.6—193 d,年均气温和降水量的分布大体由东南向西北逐渐降低;土壤类型多样^[28];主要植被

有乔木林、灌丛、草原和草甸^[29-30]。独特的自然环境孕育了森林、草原、荒漠、寒漠、冻原、农田、水域、冰川和雪山等九大类型在内的祁连山复合生态系统。历史上的祁连山区“森林茂密,水草肥美”,“山岭晴岚,层林滴翠”,“雪山千仞,松杉万本,保持水土,涵源吐流”^[31]。因受大陆性荒漠气候和高寒气候的双重影响,生态系统极为脆弱、抗干扰能力弱,自然恢复能力较低^[26, 32]。

1.2 祁连山生态地位

党和国家、省委、省政府十分重视祁连山生态环境的保护与建设。1980 年国务院确定祁连山水源涵养林为国家重点水源林区,1988 年我国设立甘肃省祁连山自然保护区,2008 年国家将祁连山区确定为水源涵养生态功能区和全国 50 个重要生态服务功能区之一,明确提出启动祁连山水源涵养区生态环境保护 and 综合治理规划研究;2012 年国家发展改革委批复《祁连山生态保护与综合治理规划(2012—2020)》,范围包含祁连山南坡(青海)和北坡(甘肃)。主要建设包括林地保护和建设、草地保护和建设、湿地保护和建设、水土保持、冰川环境保护、生态保护支撑工程以及科技支撑工程七项内容。2014 年最新规划调整后的自然保护区面积 198.70 万 hm^2 ,加上划定的 66.60 万 hm^2 外围保护地带,总面积 265.30 万 hm^2 (图 1)。2017 年,成立祁连山国家公园,面积 5.02 万 km^2 ,核心保护区为 2.75 万 km^2 ,占国家公园总面积的 55%,其中:甘肃省片区为 1.81 万 km^2 ,青海省片区为 0.94 万 km^2 ;一般控制区为 2.27 万 km^2 ,占国家公园总面积的 45%,其中:甘肃省片区 1.63 万 km^2 ,青海省片区 0.64 万 km^2 。

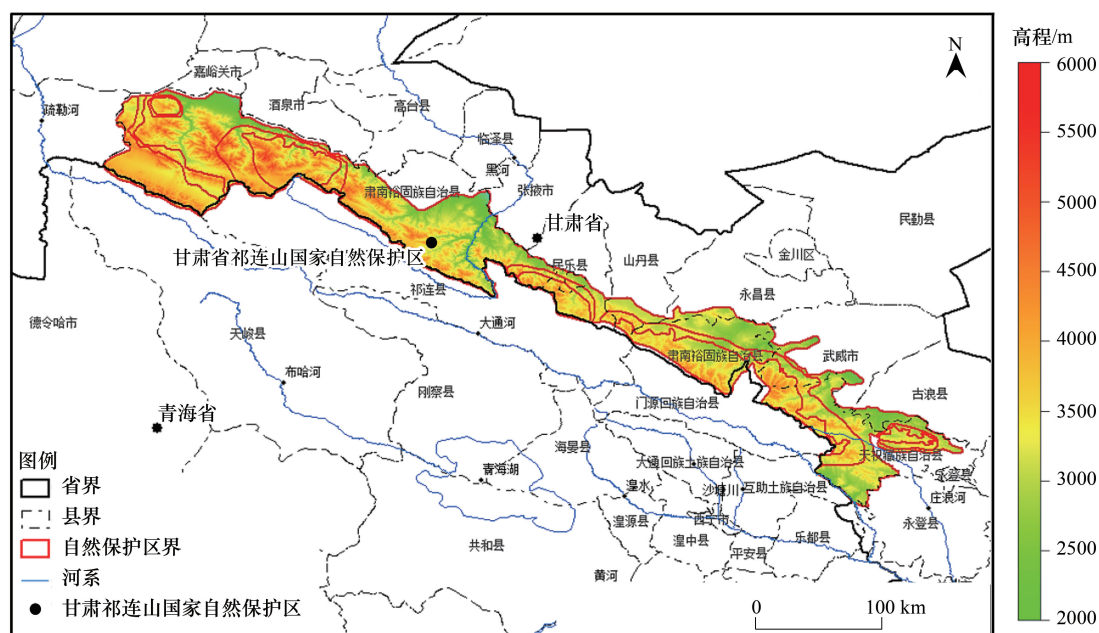


图 1 甘肃祁连山国家级自然保护区位置图

Fig.1 Location map of Qilian Mountains national nature reserve in Gansu province

在《全国生态功能区划》中,祁连山是西北地区重要水源涵养生态功能区的核心部分^[5,33]。该区共发育大小冰川 3066 条,冰川总面积达 1972.5 km^2 ,冰川总储量为 954 亿 m^3 ,最大的冰川达到 57 km^2 ,是河西走廊、河湟地区、青海湖盆地、柴达木盆地最重要的淡水供给基地,与青海南部的“三江源区”共同构筑起“中华水塔”^[3]。

在《中国生物多样性保护战略白皮书》中,祁连山被确定为具有代表意义的生物多样性保护优先区和典型区,世界高寒库“种质资源库”、“遗传基因库”和野生动物迁徙的重要廊道^[34]。作为中国北方重要生态安全屏障,祁连山延续着以“丝绸之路”为代表的中华文明,保障着甘肃“河西走廊”、青藏高原中心城市、青海北部和河湟谷地以及内蒙古额济纳等地区人民的生存命脉。

1.3 祁连山生态退化及成因分析

生态退化的程度既取决于生态系统功能维护能力和自我修复能力的高低,也取决于外界压力的大小^[35]。祁连山山脉地质发育年代短,稳定性较差,山高、坡陡、峡谷深,风化壳浅薄,土壤厚度薄、质地粗,在寒旱生境中,简单的系统结构与功能致使生态环境十分脆弱^[34]。

祁连山生态退化现象主要表现在以下几个方面:其一,长期大规模的探矿、采矿活动^[36],造成保护区局部植被破坏、水土流失、地表塌陷,进而导致生态空间遭受挤占,景观破碎化显著^[37];其二,由于人类对自然资源的无序利用,开荒、放牧、砍伐木材及矿山开采等活动日渐加剧,植被退化明显,生物多样性降低^[38-42];其三,受全球气候变暖和人为活动影响,祁连山区冰川消融量呈增加趋势,雪线上升日益显著,致使冰川呈萎缩状态,水源涵养功能下降^[43-44];其四,由于在设计、建设、运行中对生态流量考虑不足,水电资源开发强度大^[45-46],导致下游河段出现减水甚至断流现象,河道生态基流保证率低,加之旅游业的发展、城镇化水平的提升和人口聚集度的提高,河流纳污能力和自净能力显著下降^[47]。鉴于此,祁连山生态环境保护与修复工程的实施刻不容缓。

2 祁连山生态保护与修复工程

2.1 生态保护与修复工程概况

甘肃、青海两省申报的祁连山山水林田湖生态保护修复工程试点项目分别得到了国家财政部的批复,纳入全国山水林田湖生态保护修复试点范围,主要着眼于祁连山生态功能,以流域为单元,山水林田湖草为主要治理对象,以森林、草地、湿地植被恢复和工程治理为重点,对山体、水体、林草、田地、湿地进行修复及治理。具体工程概况如下:

甘肃省张掖市祁连山黑河流域山水林田湖草生态保护修复治理工程围绕南部水源涵养及林草植被恢复、中部绿洲生态经济优化提升和北部防风固沙生态综合治理三大板块,实施黑河水源涵养区(祁连山)生态修复、水环境保护治理、湿地保护治理、土地整治与污染修复、重点区域生态治理等 5 个方面 31 个建设项目;武威市祁连山山水林田湖生态保护修复工程项目按照“南护水源、中调结构、北治风沙”的总体布局,规划实施林草植被恢复、矿山环境治理恢复、生态移民安置、小流域综合治理、水生态环境保护、湿地保护治理、土地整治与污染修复、重点区域生态治理等 139 个建设项目;青海省按照水系分布特征和自然地形将研究区分为黑河流域河源区、青海湖北岸汇水区、大通河流域(分河源区和干流区)与疏勒河-哈拉湖汇水区 4 个工程实施区,涵盖构建生态安全格局、提升水源涵养能力、提高生物多样性和物种丰富度、强化生态环境和自然资源监管能力 4 大类 49 项工程,解决祁连山区“山碎、林退、水减、田瘠、湿(湖)缩”的现实问题。

2.2 典型生态保护与修复措施

根据 Hobbs 和 Harris 等^[48-49]的研究,是否进行修复以及采用什么措施进行修复取决于生态退化的程度及其生态系统功能受影响的程度。祁连山统筹自然生态各要素,立足山水林田湖草是一个生命共同体理念,按照以水源涵养和生物多样性保护为核心的祁连山生态功能定位要求,对冰川、湿地、森林、草原等进行整体保护、系统修复,着力提升水源涵养和生物多样性保护服务功能。如果严重退化,则需要使用工程措施加以治理和恢复;如果是轻度退化或没有退化,则需要从管理的角度加以保护;如果介于二者之间,使用生物措施更加有利于恢复和功能的维持^[35]。

2.2.1 矿山地质环境治理

矿山地质环境治理是治山、修山主要途径,是地貌重塑关键环节,治理措施主要包括井口封堵、裂缝充填、采坑回填、平整压实渣堆、修筑松散物拦挡坝、修筑排水渠护堤、刷坡、覆土绿化、植被恢复等工程^[37,50-51]。按照项目设计,张掖市山丹县、肃南县实施关停、退出探采项目 54 个,治理废弃矿山采空区、塌陷区、采坑、井巷、尾矿(弃渣堆、排土场)等 358 km²,实施山丹大马营、肃南皂矾沟、西石门等矿库隐患综合治理;武威市凉州区、古浪县、天祝县实施 129 处矿山、砖厂、采石场等地质灾害点治理,治理面积 22.92 km²;天祝县实施鹰台沟

石灰岩矿等 5 个矿山,以及凉州区张义、谢河、新华等乡镇居民集中生活区周边的 123 个废弃矿山复绿工程,复绿面积 24 km²。青海省祁连山区修复县祁连县小八宝石棉矿区、门源县历史砂金采矿区、门源县无主砂石料场、无主废弃矿山等无主矿山废弃地 0.28 万 hm²。

2.2.2 水生态保护与修复

通过保护区范围内的重点流域水生态环境调查评估,摸清主要水生态环境现状及主要污染构成,建立完整的本底值体系,为未来环境演变预测和风险评估提供基础,理清主要水生态环境问题和潜在风险源,形成以问题为导向的生态环境保护措施和工程决策系统;通过疏浚河道、土地平整、护坡建设、植被恢复等措施,对黑河、山丹河、东大河、西大河等河流水环境生态进行保护和修复,并加强地下水开发利用与保护,优化水资源调配,划定地下水禁采区、过渡区和实验区,实行水量、水位双控制,建设地下水污染防治体系,逐步修复被污染的地下水;通过生物措施和工程措施,对东柳沟、隆畅河、摆浪河、冰沟河、牛鼻子河、童子坝河、洪水河、大堵麻河、马营河、大野口河、酥油口河等黑河支流进行小流域综合治理;在人口相对集中的典型乡镇,开展生活源垃圾及污水资源化和减量化应用示范,建立生活固废规模化的再生资源分拣集散中心,建立固废资源化综合利用项目,开展农村生活污水分散式处理试点。通过采取工程与生物措施相结合、人工治理与自然修复相结合的方式,以拟自然理念为指引,全面提升河流生态系统服务功能,实现人水和谐共生。

2.2.3 林草生态保护与修复

结合天然林资源保护、三北防护林体系建设、新一轮退耕还林、退牧还草工程,以提高森林覆盖率和草原植被盖度为目标,通过人工造林、封山育林、三化草原治理、草原围栏、有害生物防控等综合措施,使现有森林得到有效保护,草原承载能力得到提高,水源涵养功能进一步提高。通过对祁连山林区的林中空地、水土流失严重区、河流两岸的宜林地开展人工造林,对农林交错区、林缘地带以及 25 度以上的坡耕地,实施退耕还林(草),增加林草覆盖度,通过人工补播等措施,促进草场植被自然修复及退化的改良,推进草原禁牧休牧轮牧,提高草原自然恢复能力。

祁连山北坡构建了坡地鱼鳞坑、坡脚水平沟、坡底沟缘“锁”边的水源涵养林恢复体系,在一定程度上减少了水土流失,提高了土壤蓄水力,增加了植被盖度,提升了水源涵养能力^[34];针对祁连山区黑土滩人工草地生态系统重建,李苗等^[40-41]研究发现全耕翻种草和免耕补播能显著提高草地植物的盖度、高度、优良牧草量和地上植物量。李世雄等^[27]提出祁连山区的黑土坡治理应以人工重建植被为主,实施人工播种和条播两种方式,种植前应进行鼠害防治,播种后覆土镇压并覆盖无纺布,同时设置围栏进行禁牧封育,旨在控制水土流失,提高植被覆盖率,提升草地恢复力;如肃南县采取围栏封育、草地改良和合理利用等手段,草原生态得到逐步恢复全;县天然草原植被平均总盖度从 2015 年的 67% 上升为 2017 年的 77.6%^[52]。

2.2.4 田地生态保护与修复

通过开展土地平整、土壤改良、灌溉与排水、田间道路、测土配方施肥、增施有机肥等措施,进行祁连山沿线高标准农田建设,全面提升农田质量,从根本上改善祁连山沿线贫困区农业生产条件,提高耕地质量和土地产出效益,为祁连山浅山区坡耕地退耕还林还草和生态移民搬迁安置创造条件。同时,通过配套建设农田防护林网,增加祁连山浅山区的造林绿化面积,有效改善生态环境,通过配套完善农田灌溉设施,实施滴灌、喷灌等高效节水灌溉技术,提高灌溉水利用率,增加生态供水,促进祁连山田地生态环境保护与修复。大力推进废弃、退化、污染、损毁土地的综合治理、改良和修复,优化城乡用地结构布局,高效利用土地资源,实现光、热、水、土资源的优化配置,努力提高资源的利用效率^[53]。通过采用围栏和人工相结合的方式封禁管护,杜绝樵采、割草、挖根等破坏沙地植被现象,封禁区严禁放牧等行为,促进植被及荒漠生态系统的恢复^[54]。

2.2.5 湿地生态保护与修复

对湿地生态环境保持较好、人为干扰不严重的湿地,以保护为主,以避免生态进一步恶化,减畜禁牧,减少或停止对沼泽化草甸资源的过度利用,封泽育草,保持其自然植被的稳定性,在临近人畜进出活动区建立网围栏实施封育;对环境恶劣、人为干扰严重、破坏较重的,通过各种工程措施进行恢复;对因矿产资源露天和无序

开采遭到破坏的沼泽草甸、天然林灌、冻土等实施生态恢复,制定切实可行的生态修复方案。通过新建防护林草带、设立保护围栏、进行湿地污染控制、围堰蓄水、实施清淤疏浚、水生植被恢复、修建引洪拦水坝、生态防护林带建设、修建宣传牌、修建界标等措施,逐步扩大湿地面积,加强水生植被恢复。同时,严格监控水源环境,控制湿地污染,控制地下水的不合理开采利用和对湿地过度的农业开发、放牧等人为干扰和破坏^[55]。通过宣传教育并制定必要的保护条例,提高人们对保护冰川重要性的认识,促使其生产经营活动尽量远离冰川外围的沼泽湿地和林草植被。

3 生态保护修复的策略与建议

本文运用文献研究、经验分析、工程类比等方法,遵循“山水林田湖草是一个生命共同体”理念,多角度、全方位系统性的提出了祁连山区生态保护修复的策略与建议(图2)。其核心内容为:以构建科学合理的生态安全格局,维护区域生态系统稳定为核心,以生态退化现象及成因为切入点,提出宏观划定生态保护与修复“三条红线”(生态保护、资源利用、环境承载阈值红线),中观制定生态保护与修复机制(水源涵养服务、生态廊道修复、生态补偿机制),微观上解决“山水林田湖草”各要素生态保护与修复存在的问题,实现自然生态系统-社会经济系统相互协调、相互促进、共同发展,为构筑中国重要生态安全屏障,推进区域经济绿色发展,进一步提升人类福祉献计献策。

4 展望

祁连山是中国西部重要生态安全屏障,是国家重点生态功能区,其生态保护与治理一直受到国家、地方政

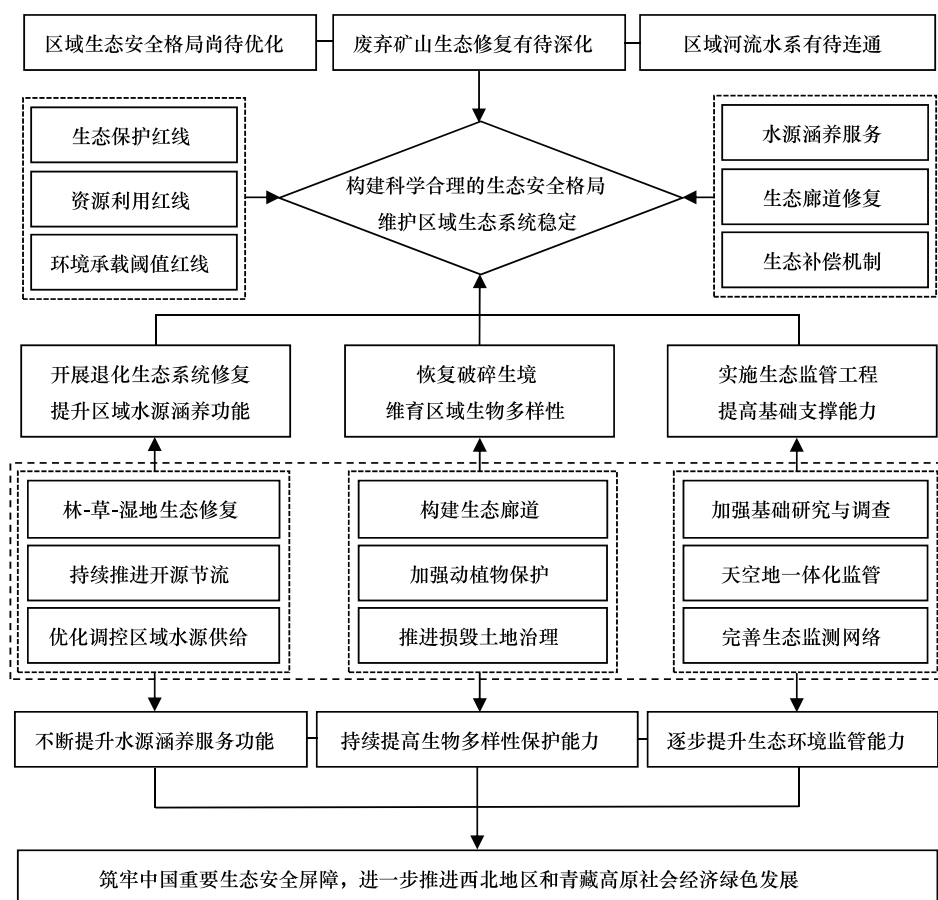


图2 祁连山区生态修复的策略与建议

Fig.2 Strategies and recommendations for ecological restoration in Qilian Mountains

府和当地居民高度关注。根据技术评估和预测结果,在生态修复技术领域,核心技术主要掌握在欧美国家,中国总体处于跟跑的状态。生态技术需求与生态退化问题、退化诱因和机理、社会经济和体制制度密切相关,同时也具有鲜明的时空针对性^[35]。因此,未来生态保护与修复工程实践还需从以下几个方面进行探索:

(1)加强基础调研,加强科技创新。目前有关祁连山的研究资料和数据相对陈旧,不利于精准识别和诊断主要生态环境问题。建议开展基础调查和监测,摸清家底,精准研判生态系统现状与变化趋势,为生态保护修复和管理打下坚实的基础^[21],为区域生态修复治理技术、生态环境监测技术、生物资源开发技术、传统农牧业优化升级技术、水资源合理利用技术等做好关键性的科技攻关、集成和示范;

(2)加强统一规划,加强协同管理。受行政区划制度的影响,流域往往被行政区划“碎片化”。在整个祁连山区域的治理中存在着不同层次政府之间、不同级别的保护区之间以及同级别不同地方政府之间的横纵向多重府际关系、多种行动主体以及北坡(甘肃)和南坡(青海)的跨域环境协作治理的困境^[56]。因此,在推行流域空间治理体系时,应加强统一规划、加强协同管理;

(3)积极完善生态补偿机制。祁连山的水源涵养地位不仅是中国国家生态财富,还是人类共同的生态财富。国务院提出“研究建立祁连山生态补偿试验区”^[57]。如何实施大范围跨区域不同利益主体间的生态补偿是世界性的难题。生态补偿是国家公园体制建设中的“必修课”,祁连山国家级自然保护区已被列入国家生态补偿示范区,但仍存在补偿机制不健全、管理体制不顺畅等问题,致使补偿范围、模式、政策约束等的制定与保护区生态环境保护与修复的需要不相适应^[4,58]。还需加大横向纵向补偿力度,提高补偿标准,扩大补偿范围,丰富补偿方式,创新补偿办法,最终形成保护者和受益者良性互动的体制机制,以此推进生态文明建设;

(4)建立由“开刀治病”工程治理向“健康管理”自然恢复逐步引导的生态修复理念。生态系统修复包括工程治理和自然恢复,在减轻人为干扰的基础上,顺应自然、保护自然,可积极引导生态系统朝着健康有序的方向演替^[59]。在生态修复生态系统功能稳定提升后,应逐步引导生态系统向自我修复方向发展,由治理为主向保护为主转变,由“开刀治病”向“健康管理”转变。

参考文献(References):

- [1] 陈京华,贾文雄,赵珍,张禹舜,刘亚荣. 1982—2006年祁连山植被覆盖的时空变化特征研究. 地球科学进展, 2015, 30(7): 834-845.
- [2] 王宝,王涛,王勤花,王鹏龙,徐冰鑫,高峰. 关于确保甘肃省祁连山生态保护红线落地并严守的科技支撑建议. 中国沙漠, 2019, 39(1): 7-11.
- [3] 邹长新,王燕,王文林. 统筹设计 科学分区 强化管理——青海祁连山山水林田湖草生态保护与修复探索实践. 中国生态文明, 2019, (1): 74-75.
- [4] 于金凤. 对祁连山国家级自然保护区生态补偿问题的思考. 甘肃农业, 2019, (2): 83-84.
- [5] 王军德,李元红,李赞堂,高菁,金彦兆,胡想全,黄津辉. 基于SWAT模型的祁连山区最佳水源涵养植被模式研究——以石羊河上游杂木河流域为例. 生态学报, 2010, 30(21): 5875-5885.
- [6] 孙美平,刘时银,姚晓军,郭万钦,许君利. 近50年来祁连山冰川变化——基于中国第一、二次冰川编目数据. 地理学报, 2015, 70(9): 1402-1414.
- [7] 王涛,高峰,王宝,王鹏龙,王勤花,宋华龙,尹常亮. 祁连山生态保护与修复的现状问题与建议. 冰川冻土, 2017, 39(2): 229-234.
- [8] 李永格,李宗省,冯起,卫伟,杨静,吕越敏,桂娟,袁瑞丰,张百娟. 基于生态红线划定的祁连山生态保护性开发研究. 生态学报, 2019, 39(7): 2343-2352.
- [9] 党宏忠,周泽福,赵雨森,杨洪学. 祁连山水源涵养林土壤水文特征研究. 林业科学研究, 2006, 19(1): 39-44.
- [10] 王海军,张勃,靳晓华,张华,柳景峰,戴声佩. 基于GIS的祁连山区气温和降水的时空变化分析. 中国沙漠, 2009, 29(6): 1196-1202.
- [11] 张文杰,程维明,李宝林,全迟鸣,赵敏,王楠. 气候变化下的祁连山地区近40年多年冻土分布变化模拟. 地理研究, 2014, 33(7): 1275-1284.
- [12] 刘亚荣,贾文雄,黄玫,李悦悦,武正丽,张禹舜,李燕飞. 近51年来祁连山植被净初级生产力对气候变化的响应. 西北植物学报, 2015, 35(3): 601-607.
- [13] 曹昀,陈学林,刘左军,赵长青,李小伟. 甘肃省生物多样性保护与自然保护区建设. 西北师范大学学报:自然科学版, 2003, 39(4): 76-79.
- [14] Nemani R R, Keeling C D, Hashimoto H, Jolly W M, Piper S C, Tucker C J, Myneni R B, Running S W. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. Science, 2003, 300(5625): 1560-1562.
- [15] Fang J Y, Piao S L, He J S, Ma W H. Increasing terrestrial vegetation activity in China, 1982-1999. Science in China Series C: Life Sciences, 2004, 47(3): 229-240.

- [16] 白中科,周伟,王金满,赵中秋,曹银贵,周妍.再论矿区生态系统恢复重建.中国土地科学,2018,32(11):1-9.
- [17] 中共中央文献研究室.习近平关于社会主义生态文明建设论述摘编.北京:中央文献出版社,2017.
- [18] 成金华,尤皓.“山水林田湖草是生命共同体”原则的科学内涵与实践路径.中国人口·资源与环境,2019,29(2):1-6.
- [19] 孔登魁,马萧.构建“山水林田湖草”生态保护与修复的内生机制.国土资源情报,2018,(5):22-29.
- [20] 李达净,张时煌,刘兵,张红旗,王辉民,颜放民.“山水林田湖草—人”生命共同体的内涵、问题与创新.中国农业资源与区划,2018,39(11):1-5,93-93.
- [21] 李开明.寻根究底 量体裁衣 推陈出新——山水林田湖草生态保护修复的三个重要环节.中国生态文明,2019,(1):64-65.
- [22] 张惠远,李圆圆,冯丹阳,郝海广.明确内容标准 强化实施监管——山水林田湖草生态保护修复的路径探索.中国生态文明,2019,(1):66-69.
- [23] 王波,何军,王夏晖.拟自然,为什么更亲近自然?——山水林田湖草生态保护修复的技术选择.中国生态文明,2019,(1):70-73.
- [24] 宇振荣,鄧文聚.“山水林田湖”共治共管“三位一体”同护同建.中国土地,2017,(7):8-11.
- [25] 贾文雄,赵珍,祖佳星,陈京华,王洁,丁丹.祁连山不同植被类型的物候变化及其对气候的响应.生态学报,2016,36(23):7826-7840.
- [26] 丁国民,刘建泉,宋采福.祁连山生态系统脆弱性与恢复重建措施初探.甘肃林业科技,2002,27(1):29-31.
- [27] 李世雄,马玉寿,年勇.祁连山退化草地恢复及可持续利用技术.青海科技,2018,25(3):12-14.
- [28] 王劫,王成,多日杰,陈保印,周玉璧.青海祁连山地区主要植被类型及其分布.青海畜牧兽医杂志,2017,47(6):15-20.
- [29] 赵传燕,冯兆东,刘勇.祁连山区森林生态系统生态服务功能分析——以张掖地区为例.干旱区资源与环境,2002,16(1):66-70.
- [30] 车宗玺,李进军,汪有奎,丁国民,李世霞,邸华,车宗彩,潘欣,毛志明,郭朝霞.祁连山西段草地土壤温度、水分变化特征.生态学报,2018,38(1):105-111.
- [31] 杨全生,汪杰.盛世兴林创伟业——甘肃祁连山国家级自然保护区建区二十年成果综述.甘肃林业,2009,(5):14-15.
- [32] 刘庄,谢志仁,沈渭寿.祁连山自然保护区主要生态问题及生态恢复研究//中国地理学会 2004 年土地变化科学与生态建设学术研讨会.西宁:中国地理学会,中国青藏高原研究会,2004:7-7.
- [33] 刘开琳,李毅,徐先英,何芳兰,贺访印,赵鹏.祁连山北坡退化水源涵养林生态修复模式研究.防护林科技,2016,(3):1-4.
- [34] 张强,张杰,孙国武,狄潇泓.祁连山区空中水汽分布特征研究.气象学报,2007,65(4):633-643.
- [35] 甄霖,胡云锋,魏云洁,罗琦,韩月琪.典型脆弱生态区生态退化趋势与治理技术需求分析.资源科学,2019,41(1):63-74.
- [36] 中新.祁连山保护区生态环境 9 大问题问责 100 人.中国林业产业,2018,(3):21-28.
- [37] 张汉军.青海省祁连山区矿山生态环境修复技术应用探讨.环境与发展,2018,30(4):194-195.
- [38] 葛丽娟,党虹,戎战磊,高云飞,赵传燕,王红义.祁连山中段植被群落的时空格局变化.干旱区研究,2018,35(2):346-353.
- [39] Shang Z H, Long R J. Formation causes and recovery of the “Black Soil Type” degraded alpine grassland in Qinghai—Tibetan Plateau. Frontiers of Agriculture in China, 2007, 1(2):197-202.
- [40] 李苗,马玉寿,李世雄,王彦龙,景美玲,刘玉.黑河上游黑土滩退化草地植被恢复试验研究.青海畜牧兽医杂志,2015,45(6):7-10.
- [41] 李苗.分类恢复技术在大通河上游退化草地改良中的应用研究[D].西宁:青海大学,2016.
- [42] 陈明霞,赵晓同,赵培强.祁连山(北坡)生物多样性分布特征与保护体系研究.环境与发展,2018,30(4):200-202.
- [43] 任小凤,赵维俊.全球变化下祁连山生态安全屏障的构建与保护.环境研究与监测,2018,31(3):14-18.
- [44] 蒋兴国,郑杰,许登奎.祁连山山水林田湖草保护修复调查研究之二——祁连山生态环境与可持续发展存在的问题.边疆经济与文化,2018,(3):31-34.
- [45] 霍玉侠,吴官胜,全纪龙,袁九毅,王颖.小孤山水电工程对祁连山自然保护区的生态影响及对策.中国水土保持,2010,(12):13-15.
- [46] 桂娟,高海宁,李宗省,邹海明,袁瑞丰.祁连山张掖段水电开发对区域生态环境的影响.生态学杂志,2019,38(7):2159-2166.
- [47] 蒋志成,蒋志仁,罗玉梅,邸华,王小芳.生态旅游对祁连山国家级自然保护区景区水体的影响.防护林科技,2016,(11):37-39.
- [48] Hobbs R J, Norton D A. Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology, 1996, 4(2):93-110.
- [49] Hobbs R J, Harris J A. Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology, 2001, 9(2):239-246.
- [50] 韩赞.兰新高铁建设在甘肃祁连山区的生态环境修复措施.铁路节能环保与安全卫生,2017,7(3):119-121.
- [51] 田晋华,白海东.祁连山高山峡谷区弃渣场水土保持工程措施配置技术研究.甘肃农业,2017,(23/24):69-71.
- [52] 辛秀琴.祁连山肃南段生态环境整治保护现状调查与对策研究.绿色科技,2019,(4):62-64.
- [53] 赵宇豪,党虹,叶苗,张玉凤,蒋晖,赵传燕,王超.祁连山土地利用情景下生态系统水源供给特征.兰州大学学报:自然科学版,2018,54(2):233-238.
- [54] 郝建秀,张勃,张凯.祁连山区草原荒漠化的驱动因素及其防治对策.干旱区资源与环境,2005,19(1):38-42.
- [55] 李云成,王瑞玲,姜广艳.湟水流域水生态保护与修复研究.水生态学杂志,2017,38(6):11-18.
- [56] 崔晶.跨域生态环境协作治理中的集体行动:以祁连山区区域生态治理为例.改革,2019,(1):132-140.
- [57] 张兴嘉,刘雅琴.张掖生态保护与修复背景下的生态补偿机制问题研究.社科纵横,2017,32(12):45-47.
- [58] 翁海晶.祁连山自然保护区森林生态效益评价与补偿机制研究[D].兰州:兰州大学,2012.
- [59] 蔡运龙.生态修复必须跳出“改造自然”的老路.光明日报,2016-02-19(11).