

差异化开展国土空间生态修复的思考

许闯胜¹, 刘伟², 宋伟³, 李寒^{3,4}

(1. 自然资源部国土空间生态修复司, 北京 100812; 2. 江苏省水利科教中心, 南京 210029;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 近年来, 由于气候变化和人类活动的双重影响, 生态系统承受了越来越大的压力。在一定程度上, 这些压力改变了生态系统的结构和过程, 降低了生态系统服务功能, 对区域可持续发展形成了威胁。国土空间生态修复是推进生态文明建设的重大举措, 也是应对以上生态系统问题的重要手段, 我国已将其上升到国家战略的高度。但是, 目前国土空间生态修复的相关研究尚缺乏系统的梳理, 相关的国土空间生态修复工作也缺乏系统总结, 不利于生态修复工作的深入开展。因此, 亟需系统梳理我国生态修复相关工作的演进脉络, 阐述不同时期国土空间生态修复目标、手段、区域的差异化, 剖析当前我国开展国土空间生态修复工作遇到的问题, 进而提出相关应对策略, 以期裨益于我国新时期的国土空间生态修复工作。研究表明: (1) 我国的生态修复研究经历了萌芽、早期实践及新时期国土空间生态修复的演进过程。各个时期生态修复目标、手段和区域的差异化明显。(2) 当前, 我国国土空间生态修复的主要问题是, 生态方面的历史欠账多、现实矛盾多, 生态系统功能问题较为突出, 生态修复部门职责相对分散、履职较为矛盾, 生态修复投入机制相对单一。(3) 未来, 应该分别依据生态问题时间维度、空间维度、行政与市场维度的差异化, 分别开展有针对性的国土空间生态修复工作。

关键词: 国土空间生态修复; 生态系统问题; 差异化; 对策

近代以来, 工业文明为人类创造了巨大的物质财富, 同时也导致了生态系统退化、环境污染、资源枯竭等问题。这些问题的产生要求人们重新审视人与自然的关系。生态文明作为人类反思传统工业文明的产物应运而生。其中, 生态修复作为近年来人类应对生态系统退化和全球变化的重要手段^[1], 在全球范围内兴起发展。联合国《生物多样性公约》提出, 到2020年要修复全球15%的退化生态系统^[2]。2019年, 联合国又提出2021—2030年是生态系统恢复的十年, 要全力推进全球生态系统修复工作, 提高人类对成功恢复生态系统重要性的认识^[3]。中国政府也积极加入到生态文明建设和生态修复的队伍中来。十八大报告将生态文明建设纳入“五位一体”的总布局, 十九大报告提出加快生态文明体制改革, 统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责, 统筹山水林田湖草系统治理, 将国土空间生态修复上升到国家战略的高度。为统筹规划实行国土空间生态修复工作, 2018年成立了自然资源部并设置了国土空间生态修复司, 2019年国土空间规划体系建设正式启动^[4], 国土空间生态修复规划步伐加快, 将推动生态修复学科与国土空间规划相互融合, 以期将其从工程学术理论上升至国家长远规划层面^[5], 是推进生态保护修复、服务生态文明建设和加速现代化发展的重大举措^[6]。国土空间生态修复工作可以

收稿日期: 2020-08-22; 修订日期: 2020-11-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41671177, 42071233)

作者简介: 许闯胜 (1983-), 男, 江苏沭阳人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为生态修复。

E-mail: csxu@mail.mnr.gov.cn

为未来生态文明和美丽中国建设强劲助力，推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。

通过生态修复来系统治理当今全球性的生态问题，已经成为国内外学者的共识，并对此展开了大量研究工作。国外生态修复的研究主要集中于欧美等发达国家。相比发展中国家，发达国家的经济发展更为迅速，生态问题的暴露也更早，因此开展的生态修复研究工作也更为领先和全面。国外生态修复的研究内容广泛，不仅包括对森林^[7,8]、农业土地^[9]、工矿金属业开采场地^[10]、植物^[11]、湿地^[12]等单一生态系统或自然地理要素的生态修复，还包括对生态修复重要性^[7]、指标^[13]、影响^[14-16]、措施^[17]等的分析评价。

相对而言，我国的生态修复主要是围绕实践需求来开展相关研究工作，宏观层面的研究相对较少。其中，王震洪等^[18]划分了生态修复研究的三个历史阶段，梳理了国内外关于生态修复理论研究和实践技术实践研究的相关成果，是为数不多的关于国土空间生态修复的宏观研究工作。此后，诸多研究者围绕不同类型的受损生态系统开展了相关研究工作。这些研究主要集中在矿区^[19-21]、油田^[22]、土壤^[23]、水环境^[24-30]、植物^[31]、湿地^[32,33]、草原^[34]、林地^[35,36]生态修复等方面。总体来说，我国早期的生态修复研究更注重资源环境领域的生态修复，后期关于景观生态修复的研究逐渐增多。从研究主题分析，已经开展的生态修复研究多集中在生态修复的技术^[22]、恢复效果评价^[37]、适宜性^[38]等方面。不过，近年来不乏关于受损生态系统的自然修复^[39]、生态修复对农户生计的影响^[40]等新视角研究。从研究范围上来说，也由县域逐渐上升至国家尺度。

综上所述，国外的生态修复研究工作开展得较早，对生态修复研究的系统性较强，阶段性特征明显。国内的国土空间生态修复研究多是随着实践而发展，领域性和政策跟随性突出。我国现阶段对单一领域的生态修复研究，虽然在技术方案等方面有了明显进展，但也显露出生态修复对象单一、地域相对分散等缺点。并且，已经开展的生态修复研究工作与我国整体宏观空间规划的衔接相对较弱，不利于生态修复的全面性和系统性规划。因此，本文在梳理国内已经开展的国土空间生态修复相关研究工作的基础上，剖析国土空间生态修复的问题，从宏观层面设计未来开展国土空间生态修复的策略。

1 我国国土空间生态修复工作的差异化发展

虽然我国的生态修复开始稍晚于国外，但发展较为迅速。自20世纪80年代以来，我国的生态修复大致经历了2000年以前的萌芽阶段，2000—2013年的以环境治理为主的早期实践阶段以及新时期国土空间生态修复三个阶段（图1）。逐步完成了从单一的、传统的工程性修复到强调整体保护、综合治理的系统性修复的跨越式转变。生态修复理论和实践的不断发展，逐渐产生了从生态修复到国土空间生态修复的认知转变^[41]。不同时期，我国国土空间生态修复目标、手段以及区域各有差异。

1.1 我国国土空间生态修复目标的差异化

我国国土空间生态修复的目标随着时代背景和生态问题的演化而具有

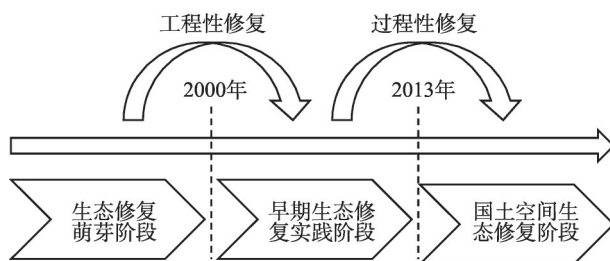


图1 我国生态修复演进历程

Fig. 1 The evolution of ecological restoration in China

阶段性特征（表1）。2000年以前，我国的国土空间生态修复还处于萌芽时期，生态修复的理念逐渐通过立法的形式予以体现^[42]，如在《土地管理法》（1986年）、《土地复垦规定》（1989年）、《水土保持法》（1991年）等法律法规中，均对开展国土空间生态修复工作有所要求。此时，我国国土空间生态修复的主要目标比较单一（数量目标为主），注重单一受损生态系统的修复，没有形成系统性修复和差异化修复的理念。

随着城市化和工业化的不断发展，长期以牺牲生态环境为代价的高污染、高消耗的经济发展模式开始暴露出越来越多的问题。这一时期的生态修复以环境综合治理为主要目标，修复的核心对象是受破坏的环境。

十八大以来，生态文明建设日益受到重视，“多规合一”改革逐步纳入了生态文明体制改革范畴。“十三五”规划提出，建立国家空间规划体系，以主体功能区规划为基础统筹各类空间性规划，推进“多规合一”。与传统的生态修复相比，新时期的国土空间生态修复是以“山水林田湖草是一个生命共同体”的理念，以不同空间尺度范围内受损或具有安全风险的生态系统为对象，提升生态系统质量和稳定性。

1.2 我国国土空间生态修复手段的差异化

受社会经济、科技水平等差异的影响，在不同发展阶段，国土空间生态修复手段的差异性较大（表2）。在生态修复的萌芽阶段，生态修复主要以简单的土地整治、生态造林为主要手段，具体包括对单一的田、水、路、林、村的整治活动。虽然在防治水土流失、减少自然灾害方面发挥了较好的作用，但其对生态系统结构和功能的改善有限^[43]。

随着各个领域科学技术的快速发展，生态修复的手段更为多样化。在生物修复的基础上，研究者结合各种物理修复、化学修复以及工程技术的措施，通过优化组合，以期使之达到最佳生态修复效果^[44]。该时期，生态修复的类型主要有土壤污染的生态修复、河流湖泊的生态修复^[29]、退化森林的生态修复^[36]、滨海湿地的生态修复^[33]、矿区的生态修复^[21]等。不过，这些生态修复仍然以山、水、林、田、湖、草等单要素形式出现。

与传统的生态修复相比，国土空间体系下的生态修复以系统工程理论、景观生态学理论、恢复生态学理论、人地关系论等作为理论支撑^[41]，打破了以往各个部门治山、治水、护田各自为战的工作格局，将山上山下、地上地下、陆地海洋以及流域上下游的整体性保护与系统性修复相结合^[45]。新时期国土空间生态修复手段更注重区域全要素的系统性修复。

表1 我国各个时期生态修复主要目标
Table 1 The main objectives of ecological restoration in different periods in China

时期	主要目标
2000年以前：生态修复萌芽阶段	单一数量修复目标
2000—2013年：早期生态修复实践阶段	环境综合治理
2013年至今：国土空间生态修复阶段	过程和功能修复

表2 我国各个时期生态修复主要手段
Table 2 The main ecological restoration measures in different periods in China

时期	主要手段
2000年以前：生态修复萌芽阶段	土地整治
2000—2013年：早期生态修复实践阶段	对单一要素实施物理、化学、生物等工程性修复
2013年至今：国土空间生态修复阶段	区域全要素的系统性修复

1.3 我国国土空间生态修复区域的差异化

随着生态修复理论体系的完善，对生态修复空间的认知也在不断改变（表3）。具体来说，生态修复的尺度主要从早期的单一小尺度，逐渐向区域、国家尺度转变。我国比较早的生态修复工作可以追溯到20世纪50年代的黄土高原的水土流失治理、1978年开始实行的三北工程、2000年的退耕还林还草工程等。早期的生态修复工作是一种“就事论事”式的修复^[44]，哪里生态问题严重就修复哪里，仅仅从较小的尺度开展修复工作，未能考虑到区域乃至国家尺度的整体生态状况。

表3 我国各个时期生态修复开展区域

Table 3 The implementation areas of ecological restoration in different periods in China

时期	开展区域
2000年以前：生态修复萌芽阶段	黄土高原等生态脆弱区（分散布局）
2000—2013年：早期生态修复实践阶段	小尺度的生态环境破坏严重的区域
2013年至今：国土空间生态修复阶段	全国范围内总体布局设计，涵盖不同生态类型与问题区域

此后，2000—2013年，在国家与地方层面陆续开展了一系列的生态修复实践工作，并取得了明显的成效。特别是近些年来，我国分三批批复了包括河北京津冀水源涵养区、陕西黄土高原、甘肃祁连山、重庆长江上游生态屏障等在内的25个山水林田湖草生态保护修复试点工程，使得国土空间生态修复的布局更加合理^[46]。

2 新时期国土空间生态修复存在的问题

党中央、国务院一直高度重视生态保护和修复工作，尤其是党的十八大召开以来，我国开展了一系列具有长远目光的开创性工作，基本遏制了生态恶化趋势，使得自然生态系统总体向稳中趋好发展。不过，我国目前自然生态系统总体上仍较为脆弱，生态承载力和环境容量不足，生态保护和修复工作压力依然较大。

2.1 生态方面的历史欠账多、现实矛盾多

一些地区生态环境承载力接近或已经达到上限，面临“新账”和“旧账”相互叠加问题；一些地方还未真正贯彻落实“绿水青山就是金山银山”理念；个别地方还存在着追求经济发展速度、轻视甚至忽视生态环境保护的现象。而随着社会主要矛盾的变化，我国现阶段已经进入提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要的攻坚期。我国生态修复工作相比国外发展较晚，虽然实施了一些生态修复工作，但对于新时期的生态修复需求，经验知识较少，且缺乏专业的生态修复人才，再加上跨区域的生态保护修复难以协调，导致地方财政环保投入责任落实不到位。此外，各地区社会经济发展不均衡，同时受地理区位影响，各地区面临的生态问题差别较大，在双重影响下势必会影响生态修复效果。

2.2 生态系统功能问题较为突出

我国的生态脆弱区域面积广大，中度以上的生态脆弱区占全国陆地国土空间的55%^[47]，干旱半干旱地区占全国陆地国土面积的52%，沙化土地面积为1.72亿hm²，水土流失面积为2.74亿hm²，中度和重度退化的草原面积仍占1/3以上^[48]。全国乔木纯林占乔木林的58.1%，较高的占比会造成森林生态系统不稳定^[48]。红树林面积与20世纪50年代相比减

少40%，珊瑚礁覆盖率下降、海草床盖度降低等问题较为突出，自然岸线缩减的现象普遍存在^[48]。部分河道、湿地、湖泊的生态功能降低甚至丧失。此外，城镇的水资源紧张、土地资源紧缺、内涝等生态系统失衡问题频发。由于农民的生态保护意识较为淡薄，农村耕地质量退化。湿地趋于消失，树种趋于单一，生物多样性减少。虽然出现的生态问题多样，但产生原因主要与人为和自然因素有关。从自然本身来看，生态环境的承载力和环境容量本身就比较小，构成环境的因素比较单一，动植物种类比较简单，对外界的抵抗力较低；从人为因素来看，人类过量的生产活动，造成水资源污染、空气污染、植被破坏等，使生态系统的整体结构发生变化，进而形成恶性循环。

2.3 生态修复部门职责相对分散、履职较为矛盾

生态修复涉及政府部门较多，包括自然资源部门、生态环境部门、财政部门、水利部门、农业农村部门、林草部门等（表4）。各部门之间职责分散、资金分散、项目零散，这不利于实现按照“山水林田湖草是一个生命共同体”的理念进行整个生态系统的修复保护。而且政府部门已经明确将国土空间修复的职责赋予自然资源部，但在具体的修复保护实践过程中，依然会出现各部门监管范围边界不清晰等矛盾^[49]。究其原因，一方面，生态系统本身具有复杂性，各要素之间并不是简单的线性联系。生态修复是一项复杂的系统工程，在进行“山水林田湖草”生态修复的过程中，需要牵涉到不同的职能部门。另一方面，生态修复对科技支撑能力尤其是监测监管能力具有较高的要求。目前生态修复工作还处于探索阶段，实践经验缺乏，没有形成完善的配套政策体系，未厘清部门职责和权限，计划协同落地比较困难。

表4 生态修复相关各政府部门有关职责

Table 4 Responsibilities of various government departments related to ecological restoration

部门	职责
自然资源部门	统一行使国土空间用途管制与生态保护修复职责
发改部门	协调生态环境保护与修复、承担生态文明建设和改革等工作
生态环境部门	指导协调和监督生态保护修复、组织协调生物多样性保护等工作
财政部门	提出生态保护修复方面的财政政策建议、拟定国有资源出让收支政策等
水利部门	指导河湖水生生态保护与修复、河湖生态流量管理以及河湖水系连通、水土保持工作等
农业农村部门	负责水生野生动植物保护工作等
林草部门	森林、草原、湿地、荒漠保护修复和陆生野生动植物保护

2.4 生态修复投入机制相对单一

目前的生态修复工作过度依赖国家财政投入，存在重复投入、平均投入、单位投入过大等财政资金投入问题，导致综合效益不高，满足不了修复工作的任务需求。从资金供给来看，目前生态保护修复资金主要来自中央财政支出，其次是靠一些地方政府加大财政支出。据不完全统计，近年来生态环境保护修复有关专项资金中的中央年度投入总量在1000亿元以上，其中用于国土空间生态保护修复的资金不足两成^[50]。2020年，中央财政预计在大气、水、土壤污染防治方面的资金分别安排250亿元、317亿元和40亿元^[51]。生态保护修复社会资金来源以绿色信贷、绿色债券和绿色基金为主。受生态系统服务类型、城市发展水平等影响，城市居民对生态资产的支付意愿差异较大，其中对国家政策响应的积极性与支付金额关联性最强^[52]。生态修复工作具有明显的公益性、盈利较低、

项目风险较高等特征,且市场化投入机制不够健全,缺乏激励和支持社会资本投入其中的相关政策,导致资金投入渠道较少,社会参与度不够,要素市场化配置水平不高^[53]。特别是,相比其他资本投入,生态修复短期内并不能产生直接的经济效益,且投入周期长,不确定性和资金风险较高,导致社会资本投入积极性不高。

3 差异化推进我国国土空间生态修复的对策

3.1 时间维度的差异化修复

避免“新账”。对尚未受到人工干预、人为破坏的生态系统实行保育保护措施,遵循节约优先、保护优先、自然恢复为主的规划原则,坚持生态优先,绿色发展^[54]。完善法规建设,严格执行生态保护制度,实现源头防控,长远保护。加快国土空间规划法、自然保护地法、矿产资源法等立法修法进程,严格执行森林法、草原法、水法、海洋环境保护法、防沙治沙法、野生动物保护法、土地管理法、天然林保护修复制度方案等法律法规^[55]。划定落实生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线,开展自然保护地体系建设和生态保育保护工作^[56]。调整土地利用相关政策推动“生态系统服务转型”向可持续方向发展,同时维持现有的生态环境保护措施^[57]。

消除“旧账”。遵循自然恢复为主、人工修复为辅的原则,对受到人工干预或破坏的生态系统开展修复工作^[58]。结合行星边界框架等新的研究视角,评估生态系统资源环境承载力,因地制宜开展生态修复^[59]。对于生态本底优良和生态系统恢复力较好的生态系统,实施自然恢复措施,消除人工干预行为;对尚未超过生态系统恢复力临界点的原有生态系统,辅以适当的生态工程,进行人工修复;对超过生态系统恢复力临界点的生态系统,则应因地制宜地进行生态重塑。

3.2 空间维度的差异化修复

在生态空间维度,应充分考虑气候变化、水资源条件,围绕水源涵养、水土保持、防风固沙、海岸防护等生态系统服务功能,重点解决水土流失、石漠化、土地沙化及海岸侵蚀等生态问题,保证生态安全。

在城镇空间维度,应将城市作为一个整体的生态系统,放到区域尺度来衡量,分析城市环境资源的承载能力,从规划做起,让绿色发展理念融入到城市的各项建设发展中,耦合城市的调节服务与文化服务,必要时兼顾景观功能,连通城市生态廊道,形成生态系统网络,进而全面优化城市生态格局。

在农业空间维度,应根据镇级、村庄的国土空间规划,以耕地生态化为着力点,以点带面,开展乡村全域土地综合整治行动,优化乡村国土空间格局,保护乡村自然山水,维护乡村生物多样性,让人们真正能够看得见山、望得见水、记得住乡愁。

3.3 行政与市场维度的差异化修复

厘清行政部门职责。横向上,各相关部门应立足本部门的业务,理清与其他部门的职责边界,做好联合与配合,避免职责交叉,形成权责对等的管理体制和协调联动机制,科学统筹规划,合力开展国土空间生态修复^[60]。纵向上,对维护国家生态安全屏障具有重要全局性和战略性意义、生态受益范围广的生态修复,应明确为中央职责,由国家统筹修复;对生态安全具有重要保障作用、生态受益范围较广的重点生态修复,主要包括重点区域生态保护修复治理、国土空间综合整治等,应明确为中央与地方共同的职

责;对生态受益范围地域性较强的其他生态修复,主要包括重点区域外其他生态保护修复治理、国土综合整治等,应明确为地方职责。

加大政府与市场的多元化投入。建立权责清晰、财力协调、区域均衡的中央和地方财政关系,形成稳定的生态修复财政投入制度。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,鼓励各类市场主体,尤其是各类企业参与生态修复,培育生态修复产业。加大金融支持力度,通过财政补助、贷款贴息、以奖代补、绿色信贷等方式,鼓励和引导各类企业参与国家绿色发展基金各项行动计划^[61]。落实税费减免政策,参与生态修复的企业,按规定享受一定的税费优惠,各类企业依法同等享受相关资源综合利用产品增值税即征即退政策。坚持“谁修复、谁受益”原则,通过赋予一定期限的自然资源资产使用权等产权安排,鼓励企业通过参股、租赁、特许经营等方式投资生态修复产业。同时,规范生态修复的市场秩序,加强市场监管,为企业参与生态修复打造公平竞争环境、创造充足市场空间。

4 结论

(1) 我国国土空间生态修复的目标、手段和区域呈现差异化特征。总体而言,生态修复的目标呈现出从单一追求数量目标向注重生态系统结构和功能恢复的转变;生态修复手段从单一采用土地整治转向区域全要素的系统性修复;生态修复关注的区域从黄土高原等典型生态脆弱区转向宏观层面总体布局、全面设计。

(2) 新时期国土空间生态修复存在的主要问题包括:生态方面的历史欠账多、现实矛盾多,生态系统功能问题较为突出,生态修复部门职责相对分散、履职较为矛盾,生态修复投入机制相对单一。

(3) 未来,应该依据时间维度、空间维度、行政与市场维度的差异化,分别从避免“新账”、消除“旧账”,生态、城镇、农业空间分别实施生态修复,厘清行政部门职责,加大政府与市场的多元化投入等方面,采取多元化的策略推进我国国土空间生态修复工作。

参考文献(References):

- [1] HARRIS J A, HOBBS R J, HIGGS E, et al. Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology*, 2006, 14(2): 170-176.
- [2] UN. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations, 2015.
- [3] 王聪, 伍星, 傅伯杰, 等. 重点脆弱生态区生态恢复模式现状与发展方向. *生态学报*, 2019, 39(20): 733-743. [WANG C, WU X, FU B J, et al. Ecological restoration in the key ecologically vulnerable regions: Current situation and development direction. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(20): 733-743.]
- [4] 中共中央国务院. 关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见. 2019. [The Central Committee of the Communist Party of China and the State Council. *Opinions on establishing a territorial space planning system and supervising its implementation*. 2019.]
- [5] 宫清华, 张虹鸥, 叶玉瑶, 等. 人地系统耦合框架下国土空间生态修复规划策略: 以粤港澳大湾区为例. *地理研究*, 2020, 39(9): 2176-88. [GONG Q H, ZHANG H O, YE Y Y, et al. Planning strategy of land and space ecological restoration under the framework of man-land system coupling: Take the GuangdongHong Kong-Macao Greater Bay Area as an example. *Geographical Research*, 2020, 39(9): 2176-88.]
- [6] 易行, 白彩全, 梁龙武, 等. 国土生态修复研究的演进脉络与前沿进展. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 37-52. [YI X, BAI C Q, LIANG L W, et al. The evolution and frontier development of land ecological restoration research. *Journal of*

- Natural Resources, 2020, 35(1): 37-52.]
- [7] GATICA-SAAVEDRA P, ECHEVERRÍA C, NELSON C R. Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: A world review. *Restoration Ecology*, 2017, 25(6): 850-857.
- [8] SÁNCHEZ MEADOR A, SPRINGER J D, HUFFMAN D W, et al. Soil functional responses to ecological restoration treatments in frequent-fire forests of the Western United States: A systematic review. *Restoration Ecology*, 2017, 25(4): 497-508.
- [9] BOULOMYTIS V, CHRISTOFIDIS M. A methodological review for the selection and ecological restoration of riparian forests in agricultural sites. *Labor & Engenho*, 2014, 8(3): 18-28.
- [10] COOKE J, JOHNSON M. Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: A review of theory and practice. *Environmental Reviews*, 2002, 10(1): 41-71.
- [11] SHARMA A, SINGH V, SHARMA A, et al. Seabuckthorn a new approach in ecological restoration of Himalayan Eco-system: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 2019, 7(1): 1219-1226.
- [12] ZHAO Q, BAI J, HUANG L, et al. A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecological Indicators*, 2016, 60(1): 442-452.
- [13] WORTLEY L, HERO J M, HOWES M. Evaluating ecological restoration success: A review of the literature. *Restoration Ecology*, 2013, 21(5): 537-543.
- [14] BERGER J J. Ecological restoration and nonindigenous plant species: A review. *Restoration Ecology*, 1993, 1(2): 74-82.
- [15] ABEYSINGHA N S, DASSANAYAKE K B, WEERARATHNA C S. Will restoration of ecological functions of tank cascade system contribute to reduce CKDu in Sri Lanka? A review. *Environmental Management and Sustainable Development*, 2018, 7(3): 60-81.
- [16] COPSON G, WHINAM J. Review of ecological restoration programme on subantarctic Macquarie Island: Pest management progress and future directions. *Ecological Management & Restoration*, 2001, 2(2): 129-38.
- [17] FOX H, CUNDILL G. Towards increased community-engaged ecological restoration: A review of current practice and future directions. *Ecological Restoration*, 2018, 36(3): 208-218.
- [18] 王震洪, 朱晓柯. 国内外生态修复研究综述. 发展水土保持科技, 实现人与自然和谐: 中国水土保持学会第三次全国会员代表大会学术论文文集, 2006. [WANG Z H, ZHU X K. Research review of ecological restoration at home and abroad. Developing science and technology of water and soil conservation to realize harmony between man and nature. Proceedings of the 3rd National Congress of Chinese Society of Water and Soil Conservation, 2006.]
- [19] 姚国征, 杨婷婷. 矿区土地复垦与生态修复研究综述. 西部资源, 2006, (3): 34-35. [YAO G Z, YANG T T. A review on land reclamation and ecological restoration in mining areas. *Western Resources*, 2006, (3): 34-35.]
- [20] 胡亮, 贺治国. 矿山生态修复技术研究进展. 矿产保护与利用, 2020, 40(4): 40-45. [HU L, HE Z G. Research progress of ecological restoration technology in mines. *Conservation and Utilization of Mineral Resources*, 2020, 40(4): 40-45.]
- [21] 邓小芳. 中国典型矿区生态修复研究综述. 林业经济, 2015, 37(7): 14-19. [DENG X F. China's typical mining area ecological restoration research review. *Forestry Economics*, 2015, 37(7): 14-19.]
- [22] 杨静云, 刘晓艳, 戴春雷, 等. 油田生态环境修复技术研究综述. 油气田环境保护, 2008, 18(2): 59-62, 6. [YANG J Y, LIU X Y, DAI C L, et al. A review on remediation technology of oilfield ecological environment. *Environmental Protection of Oil & Gas Fields*, 2008, 18(2): 59-62, 6.]
- [23] 熊明彪. 污染土壤生态修复研究综述. 中国水土保持, 2009, (6): 41-42. [XIONG M B. A review on ecological remediation of contaminated soil. *Soil and Water Conservation in China*, 2009, (6): 41-42.]
- [24] 廖先容, 王翠文, 蒋文琼. 城市河道生态修复研究综述. 天津科技, 2009, 36(6): 31-32. [LIAO X R, WANG C W, JIANG W Q. A review on ecological restoration of urban river channels. *Tianjin Science & Technology*, 2009, 36(6): 31-32.]
- [25] 庄孔造, 余兴光, 朱嘉. 国内外海岛生态修复研究综述及启示. 海洋开发与管理, 2010, 27(11): 29-35. [ZHUANG K Z, YU X G, ZHU J. Review and enlightenment of island ecological restoration research at home and abroad. *Ocean Development and Management*, 2010, 27(11): 29-35.]
- [26] 张守平. 国内外涉水生生态补偿机制研究综述. 人民黄河, 2011, 33(5): 54-56, 9. [ZHANG S P. Review on the research of water related ecological compensation mechanism at home and abroad. *Yellow River*, 2011, 33(5): 54-56, 9.]

- [27] 吉学宽, 林振良, 闫有喜, 等. 海岸侵蚀、防护与修复研究综述. 广西科学, 2019, 26(6): 604-613. [JI X K, LIN Z L, YAN Y X, et al. Review on the research of coastal erosion, protection and restoration. Guangxi Sciences, 2019, 26(6): 604-613.]
- [28] 庾世华. 灌区地下水生态存在问题与修复治理措施. 水利规划与设计, 2020, (9): 71-73, 127. [TUO S H. Existing problems in groundwater ecology in irrigation areas and ecological restoration countermeasures. Water Resources Planning and Design, 2020, (9): 71-73, 127.]
- [29] 张文慧, 胡小贞, 许秋瑾, 等. 湖泊生态修复评价研究进展. 环境工程技术学报, 2015, 5(6): 545-550. [ZHANG W H, HU X Z, XU Q J, et al. Progress of the assessment of lake ecological restoration. Journal of Environmental Engineering Technology, 2015, 5(6): 545-550.]
- [30] 于小芹, 余静. 我国海岸带生态修复的政策发展、现状问题及建议措施. 中国渔业经济, 2020, 38(5): 8-16. [YU X Q, YU J. Policy development, current problems and recommendations for coastal ecological restoration in China. Chinese Fisheries Economics, 2020, 38(5): 8-16.]
- [31] 王莹. 沉水植物在不同水流特性下对水环境的影响研究综述. 海峡科学, 2019, (2): 26-29. [WANG Y. A review on the influence of submerged plants on water environment under different water flow characteristics. Straits Science, 2019, (2): 26-29.]
- [32] 宋姝瑶, 李端杰. 湿地生态修复研究综述. 上海: 中国风景园林学会2019年会, 2019. [SONG S Y, LI D J. Review of wetland ecological restoration research. Shanghai: 2019 Annual meeting of Chinese Society of Landscape Architecture, 2019.]
- [33] 窦勇, 唐学玺, 王悠. 滨海湿地生态修复研究进展. 海洋环境科学, 2012, 31(4): 616-620. [DOU Y, TANG X X, WANG Y. Research progress on ecological remediation of coastal wetland. Marine Environmental Science, 2012, 31(4): 616-620.]
- [34] 何京丽. 北方典型草原水土保持生态修复技术. 水土保持研究, 2004, (3): 299-301. [HE J L. Idea and measures of soil and water conservation eco-rehabilitation in north typical grassland areas. Research of Soil and Water Conservation, 2004, (3): 299-301.]
- [35] 刘占平. 浅淡林业生态保护修复工程. 农业科技与信息, 2020, (18): 71-72. [LIU Z P. Discussion on forestry ecological protection and restoration project. Agricultural Science-Technology and Information, 2020, (18): 71-72.]
- [36] 马姜明, 刘世荣, 史作民, 等. 退化森林生态系统恢复评价研究综述. 生态学报, 2010, 30(12): 3297-3303. [MA J M, LIU S R, SHI Z M, et al. A review on restoration evaluation studies of degraded forest ecosystem. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(12): 3297-3303.]
- [37] 吴丹丹, 蔡运龙. 中国生态恢复效果评价研究综述. 地理科学进展, 2009, 28(4): 622-628. [WU D D, CAI Y L. Evaluation of ecological restoration effects in China: A review. Progress in Geography, 2009, 28(4): 622-628.]
- [38] 聂斌斌, 蔡强国, 綦俊谕, 等. 水土保持生态自然修复适宜性研究综述. 中国水土保持科学, 2010, 8(4): 114-120. [NIE B B, CAI G Q, QI J Y, et al. Analysis on the suitability of natural restoration for soil and water conservation. Science of Soil and Water Conservation, 2010, 8(4): 114-120.]
- [39] 张绍良, 张黎明, 侯湖平, 等. 生态自然修复及其研究综述. 干旱区资源与环境, 2017, 31(1): 160-166. [ZHANG S L, ZHANG L M, HOU H P, et al. Research overview on natural restoration of ecosystem. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, 31(1): 160-166.]
- [40] 张军以, 苏维词, 王腊春. 中国生态修复建设对农户生计影响研究综述. 生态经济, 2018, 34(1): 180-185. [ZHANG J Y, SU W C, WANG L C. Review on impacts of Chinese ecological restoration construction on household livelihoods. Ecological Economy, 2018, 34(1): 180-185.]
- [41] 曹宇, 王嘉怡, 李国煜. 国土空间生态修复: 概念思辨与理论认知. 中国土地科学, 2019, 33(7): 1-10. [CAO Y, WANG J Y, LI G Y. Ecological restoration for territorial space: Basic concepts and foundations. China Land Science, 2019, 33(7): 1-10.]
- [42] 魏旭. 生态修复制度基本范畴初探. 甘肃政法学院学报, 2016, (1): 1-10. [WEI X. A preliminary study on the basic category of ecological restoration system. Journal of Gansu Political Science and Law Institute, 2016, (1): 1-10.]
- [43] 王志芳, 高世昌, 苗利梅, 等. 国土空间生态保护修复范式研究. 中国土地科学, 2020, 34(3): 1-8. [WANG Z F, GAO S C, MIAO L M, et al. Paradigm research for territorial ecological protection and restoration. China Land Science,

- 2020, 34(3): 1-8.]
- [44] 张建军, 郭义强, 饶永恒, 等. 论国土空间生态修复的哲学思想. 中国土地科学, 2020, 34(5): 27-32. [ZHANG J J, GUO Y Q, RAO Y H, et al. Philosophical thoughts of territorial ecological restoration. China Land Science, 2020, 34(5): 27-32.]
- [45] 姜霞, 王坤, 郑朔方, 等. 山水林田湖草生态保护修复的系统思想: 践行“绿水青山就是金山银山”. 环境工程技术学报, 2019, 9(5): 475-481. [JIANG X, WANG K, ZHENG S F, et al. Ecological protection and restoration system of mountain-river-forest-farmland-lake-grassland: Practicing the theory of lucid waters and lush mountains are invaluable assets. Journal of Environmental Engineering Technology, 2019, 9(5): 475-481.]
- [46] 罗明, 于恩逸, 周妍, 等. 山水林田湖草生态保护修复试点工程布局及技术策略. 生态学报, 2019, 39(23): 8692-8701. [LUO M, YU E Y, ZHOU Y, et al. Distribution and technical strategies of ecological protection and restoration projects for mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(23): 8692-8701.]
- [47] 张磊. 国土综合整治与生态保护修复探析. 决策探索(中), 2019, (12): 81-82. [ZHANG L. Comprehensive improvement of land and restoration of ecological protection. Policy Research & Exploration, 2019, (12): 81-82.]
- [48] 耿欣. 环境保护的自愿供给方式研究. 济南: 山东大学, 2006. [GENG X. Study on voluntary supply mode of environmental protection. Jinan: Shandong University, 2006.]
- [49] 蒋瑛珊, 李优. 国土空间生态修复理论与方法探讨. 四川水泥, 2020, (6): 348, 50. [JIANG Y S, LI Y. Discussion on the theory and method of ecological restoration of territorial space. Sichuan Cement, 2020, (6): 348, 50.]
- [50] 中国自然资源报. 健全国土空间生态修复资金投入机制. http://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/201903/t20190312_2398301.html, 2020-10-16. [China Natural Resources News. Improving the funding mechanism for territorial space ecological restoration. http://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/201903/t20190312_2398301.html, 2020-10-16.]
- [51] 王遥, 王文翰, 王文蔚, 等. 以多元基金模式破解我国生态保护修复资金困境. 环境保护, 2020, 48(12): 12-17. [WANG Y, WANG W H, WANG W W, et al. Using the Multi-fund model to break the dilemma of ecological protection and restoration funds in China. Environmental Protection, 2020, 48(12): 12-17.]
- [52] 张锐, 刘焱序, 赵嵩, 等. 中国城市居民对青藏高原生态资产的支付意愿: 以中国27市为例. 自然资源学报, 2020, 35(3): 563-575. [ZHANG R, LIU Y X, ZHAO S, et al. Chinese urban residents' willingness to pay for ecosystem service of the Tibetan Plateau: A case study of 27 cities in China. Journal of Natural Resources, 2020, 35(3): 563-575.]
- [53] 郇文聚, 靳全斌, 杨新民. 多种创新手段促进土地开发高质量发展: 对河南省资源统筹开发的调查分析. 中国土地, 2019, (7): 45-48. [YUN W J, JIN Q B, YANG X M. Multiple innovative means to promote high-quality development of land development: An investigation and analysis of the overall development of resources in Henan province. China Land, 2019, (7): 45-48.]
- [54] 孔凡婕, 刘文平. 流域国土空间生态修复规划编制的思考. 中国土地, 2020, (6): 19-22. [KONG F J, LIU W P. Thinking on the compilation of ecological restoration plan of watershed land space. China Land, 2020, (6): 19-22.]
- [55] 唐健, 靳相木. 回顾与展望: 一年来自然资源的主要政策与措施. 中国土地, 2018, (12): 14-18. [TANG J, JIN X M. Review and outlook: Major policies and measures for natural resources in the past year. China Land, 2018, (12): 14-18.]
- [56] 唐菡, 翟有龙, 唐婷婷, 等. 南充市“十四五”国土空间开发利用保护策略. 合作经济与科技, 2020, (15): 16-17. [TANG H, ZHAI Y L, TANG T T, et al. Nanchong city "14th five" territorial space development and utilization protection strategy. Co-Operative Economy & Science, 2020, (15): 16-17.]
- [57] 卢龙辉, 陈福军, 许月卿, 等. 京津冀“生态系统服务转型”及其空间格局. 自然资源学报, 2020, 35(3): 532-545. [LU L H, CHEN F J, XU Y Q, et al. Ecosystem services transition in Beijing-Tianjin-Hebei region and its spatial patterns. Journal of Natural Resources, 2020, 35(3): 532-545.]
- [58] 陈美球, 洪士林. 国土空间生态修复内涵剖析. 中国土地, 2020, (6): 23-25. [CHEN M Q, HONG T L. Analysis on the connotation of ecological restoration of land space. China Land, 2020, (6): 23-25.]
- [59] 陈先鹏, 方恺, 彭建, 等. 资源环境承载力评估新视角: 行星边界框架的源起、发展与展望. 自然资源学报, 2020, 35(3): 513-531. [CHEN X P, FANG K, PENG J, et al. New insights into assessing the carrying capacity of resources and the environment: The origin, development and prospects of the planetary boundaries framework. Journal of Natural Resources, 2020, 35(3): 513-531.]
- [60] 罗铁军. 浅议新时期土地综合整治与生态修复. 农业开发与装备, 2019, (9): 146-147. [LUO T J. A brief discussion

on the comprehensive improvement and ecological restoration of land in the new period. *Agricultural Development & Equipments*, 2019, (9): 146-147.]

- [61] 王威, 胡业翠. 改革开放以来我国国土整治历程回顾与新构想. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 53-67. [WANG W, HU Y P. The new conception and review of territory consolidation based on the past years of reform and opening-up. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(1): 53-67.]

Thoughts on differentially carrying out land ecological restoration

XU Chuang-sheng¹, LIU Wei², SONG Wei³, LI Han^{3,4}

(1. Department of Territorial and Spatial Ecology Rehabilitation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100812, China; 2. Jiangsu Water Conservancy Science and Education Center, Nanjing 210029, China; 3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In recent years, due to the dual impact of climate change and human activities, ecosystems have been suffering increasing pressure. To a certain extent, this pressure has changed the structure and process of ecosystems, reduced ecosystem services, and threatened regional sustainable development. Land ecological restoration is a major measure to promote the construction of ecological civilization and an important means to deal with the above ecosystem problems. China has taken it as one of national strategies. However, there have been relatively few systematic reviews and summaries in the current research on the ecological restoration of land and space, which is not conducive to the in-depth development of ecological restoration. Therefore, this article systematically sorts out the evolutionary context of China's ecological restoration work, expounds the differences in the goals, methods, and regions of land and space ecological restoration in different periods, analyzes the current problems encountered in China's land ecological restoration work, and further proposes related countermeasures, which are expected to benefit China's ecological restoration work in the new era. The research shows that: (1) China's ecological restoration research has experienced an evolutionary process of budding, early practice and the new era periods. The ecological restoration goals, methods and regions differed significantly in each period. (2) At present, the main problems of China's territorial and spatial ecological restoration are that there are many historical debts in ecological aspects, many practical contradictions, problems of ecosystem functions are more prominent, the responsibilities of ecological restoration departments are relatively scattered, and the performance of duties is relatively contradictory and single. (3) In the future, targeted land ecological restoration work should be carried out based on the differences in the time dimension, space dimension, administration and market dimension of ecological problems.

Keywords: land ecological restoration; ecosystem problems; differentiation; countermeasures