陆海统筹背景下海洋生态修复与土壤整治修复协同治理机制研究

黄铀佳[1],李挚萍[2],陈绵润[1,3]

(1. 国家海洋局南海规划与环境研究院 广州 510300;2. 中山大学法学院 广州 501275;
3. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海) 珠海 519000)

摘要:我国"十四五"规划和"2035 年"远景目标提出坚持陆海统筹,发展海洋经济,建设海洋强国。文章通过梳理海洋和土壤生态环境的污染现状及相互影响机理,找出生态修复过程及政策衔接的问题,在陆海统筹的背景下,从海洋整治修复现状和政策保障等角度论述海洋生态修复与土壤整治修复协同治理的必要性和可行性,提出从修复主体、修复责任、资源、资金方面建立协同治理机制,从而促进我国科学地、高效地、系统地治理陆海间的生态环境。

关键词:陆海统筹;海洋生态修复;生态环境;土壤修复;协同机制

中图分类号:P748 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-9857(2022)05-0074-09

Study on the Collaborative Governance Mechanism of Marine Ecological Restoration and Soil Remediation Under the Background of Land-sea Coordination

HUANG Youjia[1],LI Zhiping[2],CHEN Mianrun[1,3]

(1. South China Sea Institute of Planning and Environment Research,SOA,Guangzhou 510300,China;2. Sun Yat-sen University School of Law,Guangzhou 501275,China;3. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory(Zhuhai),Zhuhai 519000,China)

Abstract: China's "14th five year plan" and the long-term goal of "2035" put forward to adhere to the overall planning of land and sea coordination,develop marine economy and build a maritime power.By combing the pollution status and interaction mechanism of marine and soil ecological environment,this paper found out the problems of ecological restoration process and policy connection.Under the background of land and sea coordination,this paper discussed the necessity and feasibility of collaborative governance between marine ecological restoration and soil remediation from the perspective of marine remediation status and policy guarantee,and put forward to estab-

收稿日期:2021-08-05;**修订日期:**2022-03-25

基金项目:国家社科基金重大研究专项(18VHQ014);广东省科技计划项目(2017A020217009);南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海)创新团队建设项目(311021004).

作者简介:黄铀佳,助理工程师,硕士,研究方向为海洋资源保护与开发管理

通信作者:陈绵润,高级工程师,博士,研究方向为海洋资源保护与利用

lish a collaborative governance mechanism from the aspects of remediation subject, remediation responsibility, resources and funds, so as to promote China's scientific, efficient and systematic governance of the coastal ecological environment.

Keywords: Land and sea coordination, Marine ecological restoration, Ecological environment, Soil restoration, Collaborative governance

0　引言

党的十九大报告指出建设海洋强国是中国特色社会主义事业的重要组成部分，坚持陆海统筹，坚持走依海富国、以海强国、人海和谐、合作共赢的发展道路，通过和平、发展、合作、共赢方式，扎实推进海洋强国建设，充分体现党和国家对建设海洋事业的重视。海洋生态修复早在陆海统筹提出之前就已开始，国家海洋局财务司联合财政部经济建设司印发《关于组织申报 2010 年度中央分成海域使用金支出项目的通知》(财建便函〔2010〕83 号)并通过海域使用金返回的方式资助地方开展海岸带生态修复和综合整治工程，开启了海洋生态修复工作的元年，随后出台了《海岛整治修复项目管理暂行办法》以及印发了《关于中央财政支持实施蓝色海湾整治行动的通知》。在中央财政、地方财政的支持下，传统的海洋生态修复主要集中在海岸带、海岛等区域进行生态系统修复。海岸带地理优势明显，人口密集，并且大多数沿海地区较发达。自然资源的开发活动频繁，随之产生了一系列环境问题，包括海洋污染和近岸土壤污染[1]。海洋污染包括海洋漂浮垃圾、微塑料污染、工业废水和养殖废水造成的海域富营养化等[2]；土壤污染包括农药污染、抗生素污染[3]和重金属污染等[4]。海洋与陆地土壤之间通过海岸带相连并且互相影响，一方面，人类不合理地开采海岸带资源，在岸滩丢弃垃圾，对海岸带造成严重破坏，而且陆源污染可通过河流汇入海洋[5]；另一方面，海洋污染导致海洋环境发生不良变化，反作用于陆地，表现为海水入侵、海岸带生物减少和气候恶劣等[6]。为了解决海岸带面临的问题，近年来中央和地方开展了一批海岸带生态修复项目，重点体现在近海水体水质、红树林、沙滩、盐沼、珊瑚礁和围填海等方面[7]。总体上，海洋生态修复工作取得了一定成效，例如秦皇岛滨海景观带生态修复工程、天津桥园盐碱地生态修复工程、三亚红树林生态公园等，但还存在一些问题：①主要着力于生态修复技术措施研究上，而退化诊断、后期监管与效果评估方面的研究较少；②海洋生态修复以人工修复为主，自我修复为辅，注重生态系统结构完善，忽视了生态系统功能的修复；③生态修复集中于小尺度、破碎性的生境，缺乏从整体生态系统水平，连续性范围的生态修复。

“陆海统筹”背景下，缺乏“协同治理”是以往海洋生态修复项目面临的通病，尤其缺乏与“土壤修复”进行有效的衔接。海岸带是海岸线、潮间带稳定存在及滨海湿地生物赖以生存的国土空间，海岸带区域土壤的质量影响着海洋生态系统的健康状态。因此，海洋修复和陆地土壤治理是海岸带生态环境保护难以剥离开来的两大措施。土壤污染管控与修复也是我国重要的课题之一，保障着国家土壤环境质量和安全生产[8]。国家先后印发了《土壤污染防治行动计划》(又称“土十条”)、《污染地块土壤环境管理办法(试行)》《农用地土壤环境管理办法(试行)》等重要文件，2019 年颁发了《中华人民共和国土壤污染防治法》，进一步规范了土壤修复的地位。海岸带生态修复不仅关乎着海洋系统的健康也承载着土壤的质量，只有使生态修复工程从完整的生态系统水平出发，从更大的尺度考虑海洋生境的连贯性，注重与协调海陆的互相关系，协同治理“土壤”和“海洋”之间的关系，才能使得生态修复取得既定的效果以及修复效果的可持续性。

本研究通过整理海洋生态环境污染和陆地土壤环境污染现状，分别分析海洋环境污染对陆地土壤的负面影响，土壤环境污染对海洋生态的威胁，以及协同治理所面临的问题。在陆海统筹背景下，辨析海洋环境与陆地土壤协同治理的必要性与可行性，从多个角度为海洋生态环境与土壤生态环境建立协同治理机制提出建议。

1 海洋生态环境污染现状及对土壤环境的威胁

1.1 海洋生态环境污染现状

海岸带是海洋与陆地的交界处，是海洋生态系统与陆地土壤生态系统的过渡地带，蕴含着丰富的自然资源，随着全球气候变化和环境污染现象的加剧，海岸带面临着巨大的压力。自改革开放以来，我国积极发展沿海经济，城镇排放的入海污染物逐年增加，但海洋的自身净化能力有限，而且近几十年来对海洋资源的滥用，海洋生态环境问题日渐严峻，如近海水质污染、渔业资源衰退、生物多样性降低、赤潮等生态灾害频发等[9]。《2018 年中国海洋生态环境状况公报》显示，海洋整体水质为一般，劣 4 类和 4 类水质占比 18.7%，其中劣 4 类水质为 15.6%。2018 年重点监测的 44 个海湾（面积大于 100 km^2）中，有 16 个海湾在 4 个季度均出现劣 4 类水质，这些海湾受旅游业、重化工业影响较大。另外，监测到的典型海洋生态系统处于亚健康和不健康状态的占比为 76.2%，严重的海洋污染会引发赤潮、海水富营养化等海洋灾害，引起海洋生物数量减少、生物体受毒害、繁殖能力降低，进而影响海洋生物种群健康[10]。

海洋污染物由工业生产和日常消费中直接或间接产生。污染物大多被排放在土壤、河流中并通过陆地径流等方式进入海洋，造成不良影响。根据《2017 中国近岸海域生态环境质量公报》，2017 年，404 个直排海污染源污水排放总量约为 636 042 万 t，不同类型污染源中，综合排污口排放污水量最多，其次为工业污染源，生活污染源排放量最少。海洋入海污染可根据污染源分为工业废水入海排污口、沿岸地区生活污水和工业废水的入海中小型河流、市政污水入海排污口 3 种，其中排污量与地区的经济发展程度、人口密集程度呈正相关。排污口的主要超标因子大多是化学需氧量、氨氮、总磷和五日生化需氧量，与沿海地区工业生产中的超标金属、农业生产中的农药、化肥等化学物质没有得到净化处理有关，这些物质会对海洋水质产生较大的危害[11]。

近年来，海洋垃圾对海洋的影响也不容忽视。《2017 年中国海洋生态环境状况公报》显示，中小块漂浮垃圾平均个数为 2 485 个/km^2，海滩垃圾平均个数为 52 123 个/ km^2，海底垃圾平均个数为 1 434 个/ km^2。海洋垃圾监测显示海漂垃圾中 87%为塑料垃圾，海滩垃圾中 76%为塑料垃圾，海底垃圾中塑料垃圾所占比重也高达 74%。塑料垃圾大多产生在沿海旅游区、养殖区、工业区和城镇，通过陆地径流汇入海洋。我国近海水域微塑料污染较严重，例如珠江口微塑料尺寸在 0.5～2mm 的丰度高达8 902个/m^3[12]，长江口微塑料丰度达到 4 137 个/m^3[13]，塑料聚合物主要成分有聚苯乙烯、聚丙烯和聚乙烯等，这些材料常应用于发泡制品、保鲜膜和塑料瓶等。塑料垃圾在长期风化下逐渐破碎成为微塑料，浮游动物或幼鱼虾体容易将微塑料摄食，影响机体生长发育[14]。

1.2 海洋污染对土壤环境的威胁

海洋污染来源于陆源，而海洋污染造成的影响又反作用于陆地。沿海地区首先受到海洋污染的影响，海水入侵是海洋对陆地造成污染的主要形式，是一种常见的地质灾害。海水入侵是指在自然或人类活动的外力作用下，滨海土地含水层理化性质改变，水动力特征不断变化直至淡水与海水之间的平衡被打破，致使海水或与高矿化度的地下水沿着含水层向内陆层侵入，咸淡水交界处不断向内陆深处推移，令淡水受到污染，地下淡水资源减少[15]。海水入侵的方式有 3 种，第一种是直接入侵，指滨海地区水位下降后，地下水与海水之间的补排关系发生逆转，使得海水或高矿化度咸水运转至内陆，咸化原有的地下水；第二种是在潮汐作用下海水沿滨海河谷回流，并在河流两侧渗入至地下层，污染地下淡水；第三种是减压顶托入侵，指沿海地区地下水水位下降后，处于底部的高矿化咸水向上顶托或越流扩散[16]。

海水入侵的直接后果表现为沿海地区地下水受污染，水质恶化，影响正常生活用水和生产活动，加重水资源矛盾。农业生产活动受到严重阻碍，当受污染的地下水用于灌溉土地，土壤盐分逐渐增加，盐渍化加重，由于渗透压增高，植物在土壤中吸收水分的能力减弱，农作物无法获取足够水分用于生长，土壤盐度过高甚至会导致植物干旱死亡[17]。

另外，土壤或地下水含有的海水矿物质过多对农作物有害，例如植物细胞的膜渗透现象，细胞内可溶性物质失去平衡，主要为磷、氮、钾元素的缺乏，而且土壤中氯元素含量过高，也会造成农作物发育不良，轻则影响其品质，重则减产减收[18]。

1.3　围填海工程对海岸带生态环境的破坏

滨海湿地在涵养淡水、气候调节和维护生物多样性方面有关键作用。大规模围填海会改变滨海湿地原有格局系统，我国早期围填海工程大量占据着滨海湿地空间，自然岸线比例极大减少。近 40 年来，滨海自然岸线比例由 1980 年的 76%下降到 2014 年的 44%。珠三角地区受围填海工程影响最多，典型生态湿地范围减少，至 2015 年珠三角围填海面积超过滨海湿地总面积的 75%；黄河三角洲在 2000 年后滩涂与盐沼湿地大面积丧失，随着湿地恢复工程开展才得以增加芦苇沼泽地；辽河三角洲 2015 年仍保留的滩涂湿地仅为已围填面积的 1/3 左右[19]。

尽管围填海工程有助于缓解沿海地区用地紧张，推动经济快速增长，但必然给生态环境带来一定的破坏，特别是违背自然规律的无序围填海[20]，其负面影响包括以下几个方面：①近海渔业资源衰退，近岸海域是海洋生物栖息、繁衍的重要区域，大规模围填海直接改变了区域水文特征，影响了鱼类洄游规律，严重破坏鱼群的栖息地和产卵场。②典型海域生态系统破坏，红树林、海草床、芦苇等植物群大量消失，湿地丧失固碳功能，生物多样性降低。③海洋环境污染加剧，围填海造成天然海湾消失、河口束狭、岸线趋于平直，使海岸水动力系统和环境容纳量发生急剧变化，减弱了环境承载力。

2　土壤污染现状及其对海洋的威胁

2.1　土壤污染现状

土壤与海洋相互作用又紧密相关，两者的相互作用不局限于海岸线的交汇。由于自然和人为因素的相互作用，来自土壤的污染通过地表径流、地下径流和土壤侵蚀等与海水相互作用，对海洋造成污染。现今，由于沿海地区自然和社会条件的优越性，海岸带人口剧增，资源枯竭，人们对土地利用方式也在不断变化。研究表明，土地利用的方式变化如城市化导致土壤不渗透面积增加，植被覆盖率降低；挖矿及农业用地开发等均会对河流的水文动力、营养盐、悬浮物、沉积物和水生生物产生影响，尤其是农业用地在生产过程中大量使用的农药、化肥和杀虫剂，已成为影响水体环境质量的重要污染源[21]。

土壤污染主要来源于 3 个方面：①农业生产活动，如污水灌溉方式不当，容易造成重金属污染；化肥过度使用容易造成土壤磷、钾、氮元素过高；农药过度使用则导致多种有害的有机化合物污染[22]。②工业生产如采矿、化工业和交通运输业，矿产开采过程容易使原本稳定性质的矿物质暴露，物理性质和化学成分变化，导致重金属元素被释放于环境中[23]。③城镇生活垃圾，垃圾来源多样导致种类繁多，生活垃圾含有有机物、无机营养盐甚至是重金属等物质[24]。土壤污染类型主要有重金属、有机物污染，其次有放射性、病原菌污染。

2.2　海岸带土壤污染对海洋生态环境的影响

土壤污染物例如有机化学物质、塑料垃圾和重金属材料等随着雨水冲刷或者渗透到地下水、河道径流、城市排污口等扩散到海洋[25]，土壤污染流入海洋环境的危害主要体现在生态运行影响、海洋资源损害、食品安全隐患和产业发展影响这 4 个方面[26]。①生态运行影响。人类各种各样的生产与生活活动所产生的种类繁多且大量的污染物持续进入海洋，其总量已超过海洋环境自净能力，进而造成海域水质下降的同时包括海洋生物正常成长繁殖也受到了巨大影响，从而整个海域海洋生态圈的运行恶化。②海洋生物资源损害。由于海域水质受污染物的影响不仅下降而且还恶化，其中的海洋生物不仅整体数量减少、种群数量下降，而且现存的海洋生物还可能是带有各类有毒物质的不健康海洋生物。③食品安全隐患。海洋生物是食物与药品的重要来源，而海洋生物资源损害无论是数量的减少，还是机体积累毒素，对食物安全有极大威胁。④产业发展影响。产业发展包括养殖业、旅游业和运输业等。由于海水质量下降以及海洋污染引发的包括赤潮在内的各种灾害，阻碍海洋养殖业的发展。污染物的漂浮、沉积等影响航道通畅而

阻碍交通运输业的发展[27]。

土壤污染对典型滨海生态系统的危害显著，以红树林生态系统为例，陈碧珊等[28]研究发现湛江特呈岛红树林表层土壤受汞和镉中等程度污染，研究结果揭示红树林湿地重金属污染主要来源于化工厂废水排放、城镇生活垃圾和滨海旅游业。许战州等[29]在徐闻县流沙湾研究海草床重金属富集特征，得出绿藻、海草、双壳类和腹足类对铜、铅、铬和锌这 4 种重金属具有明显的富集作用。红树林和海草床在内的滨海生态系统的植物容易吸收土壤中的有害重金属，造成发育不良、光合作用减弱的负面影响，不利于底栖动物的正常生命活动。长此以往，滨海生态系统的初级生产力降低、底栖动物数量降低，群落稳定性逐渐下降，导致滨海生态系统功能的退化，为近海环境带来恶劣后果。

3 海洋整治修复现状与陆海统筹存在的问题

3.1 海洋整治修复现状及存在的问题

严峻的海洋环境对区域生态环境安全、食品安全、良好的人居环境及经济社会可持续发展等问题构成严重威胁与挑战。针对海洋日趋严重的生态环境问题，2010 年，国家海洋局印发《关于开展海域海岛海岸带整治修复保护工作的若干意见》，财政部印发《关于组织申报 2010 年度中央分成海域使用金支出项目的通知》，由中央分成海域使用金支持地方实施海域、海岛和海岸整治修复和保护项目，我国海洋生态保护修复工作正式启动，沿海各省（直辖市、自治区）启动了一系列海域、海岛和海岸线的整治修复工作。从修复效果来看，已初步取得了一定的效果，如茂名水东湾、广西北仑河口和南澳岛等，海洋生态环境有明显改善。2016 年以来，在国家支持下开展“蓝色海湾”整治行动，厦门、汕头等成为全国首批 18 个试点城市，主要实施项目包括海岸整治修复、滨海湿地恢复和植被种植、近岸构筑物与清淤疏浚整治、生态廊道建设和修复受损海岛等工程，使海洋生态环境质量得到显著改善，海域、海岸带和海岛生态服务功能得到有效提升。2020 年海洋生态保护修复资金重点支持“蓝色海湾”整治行动和海岸带保护修复工程项目。海岸带保护修复工程坚持“尊重自然、生态优先”的原则，遵循自然规律和生态系统特征，促进海岸带区域生态、减灾协同作用，宜滩则滩、宜荒则荒，因地制宜开展海岸带保护修复。但仍存在以下几个方面的问题。

（1）缺乏整体上的基于生态系统的整治修复，不能体现真正意义上的陆海统筹。从生态的角度来看，海洋生态保护修复大多简单地采取岸线整治、滩涂湿地恢复等措施，集中于单一化的偏向于海上保护修复，如红树林补种、珊瑚礁种植、废弃物拆除、增殖放流和沙滩整治等。而陆源污染是海洋污染的主要污染源之一，在已实施的海岸、海湾整治修复项目中，陆源污染的治理往往被弱化，忽视了基于整个大生态系统整体性的修复，忽视了污染损害的来源，即时常出现治标不治本的现象。

（2）整治修复的主体较为单一。目前，国家和地方承担实施海洋生态修复工程需要的资金，长期以来政府作为主导力量开展整治行动，且政府常常承担“兜底”责任，并不能充分体现造成海洋生态环境恶化的企业、个人和单位等所应当承担的社会责任，尤其是来自陆源的污染。基于海洋污染的复杂性、不确定性，《中华人民共和国海洋环境保护法》第八十九条规定“造成海洋环境污染损害的责任者，应当排除危害，并赔偿损失；完全由于第三者的故意或者过失，造成海洋环境污染损害的，由第三者排除危害，并承担赔偿责任”。仅原则上规定了责任主体，对于具体的责任主体仍规定不清，这也导致了修复资金的来源单一。

（3）修复资金来源单一。目前，整治修复的资金主要是依靠政府财政拨款，2011—2018 年，已累计投入中央财政资金 137 亿元，未真正执行“污染者负担”，特别是陆源污染。陆源污染一方面在海洋生态修复中被弱化，未能承担海洋环境保护修复的责任，造成污染的陆域责任主体未承担相应的防治修复资金；另一方面，缺乏资金筹措的长效机制，未形成多渠道投入机制，过度依赖中央财政资金投入[30]。修复资金来源相关立法和制度的不健全，也是导致修复资金来源单一的主要原因，2017 年修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》对污染防治资金的来源未做系统的规定。

3.2　政策衔接存在的问题

我国现行法律规定了海洋环境保护的一般制度，颁布了《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国海域使用管理法》《防止陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》《海洋石油勘探开发环境保护管理条例》《海洋倾废管理条例》等。2016 年发布的《土壤污染防治行动计划》等有关土壤污染防治管理条例和法律法规生效，有助于真正改善我国大面积土壤污染以及开启协同治理工作的新局面。以《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》为例，该方案强调海岸带环境保护，沿海各地要加强监视和监测能力建设，特别是监管易受污染海域区和陆源入海排污行为，开展定期巡查，依法查处工业和港口运输等相关活动非法排放油类及油性混合物、船舶废弃物等违法行为。另外，《中华人民共和国海洋环境保护法》第四章提到注重防治陆源污染物对海洋环境的污染损害，针对陆地人类工业生产或生活产生的污染进行监管，从源头上限制、禁绝陆地污染物流向海洋。

但我国环境整治修复仍是以各个环境要素为中心分别立法，如土壤污染防治、海洋污染防治和大气污染防治等，忽视了生态的整体性及各要素之间的功能联系性，时常出现治标不治本等现象。如土壤和海洋，尤其是滨海土壤环境，缺乏对整个生态系统的综合管理法，各监督管理部门权责不清，更缺乏联动作用，出了问题后难以分清各部门的职责问题。从国务院行政法规和规章看，缺乏生态系统保护的综合性规范。在海洋行政执法方面，各种法律法规有的没有明确执法主体，有的区域存在多个执法主体，虽有职责分工，但权力与职责的界限尚不明确，造成部门与单位之间合作分工困难。渤海跨越几个省市地区，各地各行其政，缺乏良好的沟通与协调，不利于海洋环境的保护。《中华人民共和国海洋环境保护法》中规定可以建立海洋环境保护区域合作组织，针对重点海域实施修复整治规划、污染防治和生态保护工作。但海洋环境保护区域合作组织的法律地位、职能、如何建立尚无具体规定。而一些具有调节自然灾害功能的生态系统，如湿地、滩涂、芦苇地以及沼泽地等，都未得到有效的法律保护[31]。

4　海洋与土壤环境协同治理必要性及可行性分析

4.1　必要性

我国海岸带资源利用与开发过程中出现的问题有：开发强度过大，沿海城市以经济发展为目标继续扩大海岸带开发规模；沿海港口建设速度加快；围填海工程项目多，围填海的历史遗留问题难以解决；沿海开发的重化工逐渐增加，聚集了石油炼化、乙烯生产和石油深加工等企业。人类过度开发海岸带引起了一系列环境问题，自然岸线改变导致生境破碎化程度高，生态空间缩减、隔绝，导致生态环境退化，动物和植物资源严重衰退。海岸带生态系统的退化，导致沿海地区抗风浪灾害能力减弱，每年的风暴潮灾害对沿海居民生命财产安全造成巨大损害。为了缓解海岸带环境面临的压力，保护海岸带生态系统，海洋和土壤环境的协同治理尤其重要，可以有效解决当前我国海岸带及近岸海域采取的“行政部门分散管理”的多头分管模式，利于实行统一监管的制度。

海洋与土壤环境协同治理，有助于构建陆海统筹管理体系。一是建立陆海生态修复综合管理机制，自然资源部的成立可促进陆海生态修复综合管理机制建立，从海洋生态修复、土壤污染防治及陆地污染源控制 3 个方面来健全陆海生态修复内容，基于一个整体的生态系统进行有效整治修复，改变以往生态修复面较为单一的情况。二是明晰权责主体及资金来源，目前中央政府和地方政府是承担海洋生态修复工程建设及资金拨款的主体，例如一些历史围填海项目，政府需承担生态修复责任，一方面增加政府财政负担，另一方面未体现造成生态破坏的企业或团体理应承担的社会责任，陆海环境协同治理下，有利于追溯造成污染源的责任主体，并要求其依法承担生态补偿责任。

4.2　可行性

土壤与海洋在生态系统上密切关联。海洋生态环境与陆地生态环境尤其是滨海土壤生态环境密不可分，土壤污染会随地表、地下径流至海洋中，

对海洋造成二次污染。《中华人民共和国海洋环境保护法》规定的陆地污染源，是指陆地向海洋排放污染物，或者是可能造成海洋污染的设施场所。陆地通过海岸线与海洋相连，陆地生态系统主要有农田、林地、湿地、草场和山地等类型，陆地生态系统的变动反映着全球变化趋势，其中土地利用和土壤变化是陆地生态系统变化的重要形式。而海洋占地球表面积的 3/4，生命起源于海洋，海洋生态系统的研究也占重要地位。陆地和海洋的相互作用地带有海岸线、河流、湖泊和河口。尽管河口和浅海的面积只占全球海洋面积的 8%，但这里是来自陆地的水流与海水相互混合的区域，是物质能量交换较显著的区域。土壤状态变化对河流的水文、营养物质、悬浮物、水生生物造成影响，也会进一步对海洋产生作用[32]。

陆地土壤资源、海洋资源同属于自然资源。党的十九届三中全会通过《深化党和国家机构改革方案》后，组建了自然资源部和生态环境部，打通了陆地和海洋环境保护职责不清、分工模糊的问题，实现山水林田湖草沙整体保护、系统修复、综合治理，强化自然资源监管，提高对生态环境保护的力度，完善生态环境管理制度，为土壤和海洋环境的协同整治修复创造了条件和制度的支持。《中华人民共和国海洋环境保护法》第九十四条指出："海洋环境污染损害，是指直接或者间接地把物质或者能量引入海洋环境，产生损害海洋生物资源、危害人体健康、妨害渔业和海上其他合法活动、损害海水使用素质和减损环境质量等有害影响"。海洋环境污染损害海洋生物健康，造成渔业资源减少。土壤污染属于间接污染，2019 年施行的《中华人民共和国土壤污染防治法》主要内容有：明确污染损害责任主体，建立土壤污染责任人制度；明确政府责任，要求国家和地方政府设立修复基金；建立土壤污染防治标准、调查监测和规划制度；要求建立土壤污染防治标准体系，规定每 10 年完成一次土壤环境状况普查；根据行业污染类型和排放行为，建立土壤有毒有害物质的防控制度；根据用地类别和状况，规定了农用地和建设用地的土壤污染风险管控和修复目标等。海洋环境保护、土壤污染防治管理条例和法律法规的共通性在于以保护、维持我国水土质量优良，严防污染为目的，都是通过明确污染来源及方式、污染责任人、防治标准及保护范围和制度等，实行对海洋及土壤环境的保护。因此，这些法律法规上的共通性说明海洋与土壤环境协同治理是可行的，有助于改善我国土壤污染现状，进一步协助海洋污染治理。

5 建立协同治理机制的讨论与建议

根据海洋与土壤面临的环境威胁，海洋修复和土壤治理的迫切性，以及修复制度的不完善等问题，在陆海统筹背景下，海洋与土壤可建立协同治理机制，主要包括 4 个关键点：主体协同、责任协同、资源协同和资金协同。

5.1 整治修复主体协同

陆海统筹背景下的整治修复存在整体性、复杂性，要想更好地处理协同治理，实现海洋与土壤协同修复，实现生态系统功能完善健全，必须改变传统的观念，树立协同治理理念。如自上而下的修复项目，建议由当地自然资源部门做整治修复主体，水利、农业农村和生态环境等部门配合和监督。生态修复项目由自然资源部负责生态修复管理的部门做主体，涉及海洋、土壤管理的部门提供协助等。对于自下而上的生态修复项目，应由损害生态环境的用海、用地单位做整治修复的责任主体，自然资源主管部门负责配合和监督。

5.2 整治修复责任协同

构建区域陆地与海洋生态环境治理共享利益机制，海洋与土壤协同治理的基础是多元主体之间存在的共同利益。如，在一定区域内，经济最发达的城市与其他相对落后的城市之间存在着发展不均衡的现状，如何调动各地方政府加强区域合作的意愿是海洋与土壤协同治理面临的重要问题。建议由自然资源部门牵头，建立区域生态环境共治机制，实现生态效益共享，把当前不平等、不均衡的格局向平等、共享推进，构建区域利益补偿机制。各种利益在区域之间的合理分配有利于和谐共赢，增加治理合作意识，提高生态环境协同治理的积极性。既加快海洋与土壤生态系统的改善，又保证区域的经济建设，实现绿色环保发展。由自然资源部

门落实区域的海洋与土壤环境治理主体共担责任，通过制定相应的政策规章进行干预，市场竞争体制保证合理的生态补偿机制构建，促使各个治理主体积极地参与到治理行动中，共同协商承担责任，共同获取和分享收益。另外，还需制定可行的治理制度，明确具体修复要求，建立奖惩监督和民众反馈机制，解决治理过程中的职责不清晰及协同治理时出现的问题。

5.3　整治修复资源协同

海洋与土壤协同治理机制的有效进行，前提是需要建立完善的资源共享机制，这一机制的建立需要充分协调、兼顾各个主体利益。建议由自然资源部牵头建立生态修复资源共享机制，生态环境部、农业农村部和水利部等部门配合支持。资源共享包括有设备设施、信息、人才智库和技术等。如：建立生态修复专家库，定期组织海洋及土壤治理方面的专家开展讲座、培训；建立生态修复技术、环境保护等相关信息的共享数据库，提高从业技术人员的水平；开展相关的仪器设备使用培训，掌握对海洋及土壤环境理化性质的实验技能，有利于了解生态修复过程中不同化学因子对陆海环境的作用。

5.4　整治修复资金协同

在海洋和土壤环境协同修复方面，通过市场竞争机制调节实施成本，建立海洋兼土壤的生态补偿机制，赔偿公共海域或海岸带环境治理中出现的损失，减低治理成本。资金补偿方面可以多样化，包括直接补偿、银行贷款和补贴等。生态环境部和自然资源部等联合印发了《土壤污染防治基金管理办法》，鼓励土壤污染防治任务重，以及具备条件的省（自治区、直辖市）设立基金，按照市场化原则运作，引导社会各类资本投资土壤污染防治。建立污染者付费原则，即以“谁污染谁出钱”的原则为基础的环境责任制度体系。政府在追究污染责任方责任的同时，应协同环保组织、社会公共组织等开展多元化融资，筹集生态修复资金。如生态环境遭受不可逆的破坏并且无法恢复了，建议采用异地修复的措施，在不跨地貌单元、不跨行政管辖区域的原则下，将相关修复资金用在区域外同类型的修复上。

6　结论

海岸带是海陆间的过渡带，容易受到来自海洋与陆地的双重污染。我国高度重视海洋与陆地环境的安全问题，如：《中华人民共和国海洋环境保护法》对海洋环境监督管理，污染物控制做出措施；《中华人民共和国土壤污染防治法》明确土壤污染防治规划和管控标准。陆海统筹是党的十九大报告关于生态文明建设的重要内容，在此背景下，在自然资源部、生态环境部和财政部的支持下，生态修复工作逐步开展。然而现在的生态修复工作仍存在一定的问题，包括“系统性不足”“修复主体不明确”“修复资金单一”和“政策衔接不顺”等问题，导致海洋和土壤污染状况仍然严峻，开展海洋与土壤协同治理十分必要，政策上也具有充分的可行性，建议从主体协同、责任协同、资源协同和资金协同等角度，建立协同治理机制，系统地解决海岸带面临的环境威胁，也从管理上解决多年来不同部门各自为政的问题，有效地保护海岸带生态环境。

参考文献

[1]　LU Y，YUAN J，LU X，et al. Major threats of pollution and climate change to global coastal ecosystems and enhanced management for sustainability[J]. Environmental Pollution. 2018，239：670－680.

[2]　王淼，胡本强，辛万光，等.我国海洋环境污染的现状、成因与治理[J].中国海洋大学学报（社会科学版），2006(5)：1－6.

[3]　LYU J，YANG L，ZHANG L，et al. Antibiotics in soil and water in China-a systematic review and source analysis[J]. Environmental Pollution，2020，266：115147.

[4]　宋伟，陈百明，刘琳.中国耕地土壤重金属污染概况[J].水土保持研究，2013，20(2)：293－298.

[5]　THUSHARI G G N，SENEVIRATHNA J D M. Plastic pollution in the marine environment[J]. Heliyon. 2020，6(8)：e4709.

[6]　丁玲，李碧英，张树深.海岸带海水入侵的研究进展[J].海洋通报，2004(2)：82－87.

[7]　姜欢欢，温国义，周艳荣，等.我国海洋生态修复现状、存在的问题及展望[J].海洋开发与管理. 2013，30(1)：35－38.

[8]　庄国泰.我国土壤污染现状与防控策略[J].中国科学院院刊，2015，30(4)：477－483.

[9]　陈亮.我国海洋污染问题、防治现状及对策建议[J].环境保护，2016，44(5)：65－68.

[10]　张田浩，王飞.海洋环境污染现状及对渔业的影响[J].安徽农业科学，2014，42(12)：3654－3655.

[11]　冯存岸，于金珍，冯依蕾，等.陆海统筹下的陆源排放口聚类分析[J].水动力学研究与进展（A 辑），2020，35(3)：314－320.

[12] YAN M,NIE H,XU K,et al.Microplastic abundance,distribution and composition in the Pearl River along Guangzhou city and Pearl River estuary,China[J].Chemosphere,2019,217:879－886.

[13] ZHAO S,ZHU L,WANG T,et al.Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System,China:First observations on occurrence,distribution[J].Marine Pollution Bulletin,2014,86(1):562－568.

[14] 何梦羽.广东省海洋环境治理问题研究[D].湛江:广东海洋大学,2019.

[15] 王晓琳.长江三角洲地区海水入侵状况调查[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2020,22(3):49－53.

[16] 王天宝,戴维,白莹.莱州湾东岸海水入侵现状及发展趋势分析[J].西部资源,2020(5):115－117.

[17] 刘学伟,王玉慧,李莎.地下水污染的根源及其治理分析[J].环境与发展,2018,30(12):47－48.

[18] 张德君.海水入侵地下水污染对土壤生态影响研究[D].大连:辽宁师范大学,2007.

[19] 崔保山,谢湉,王青,等.大规模围填海对滨海湿地的影响与对策[J].中国科学院院刊,2017,32(4):418－425.

[20] 刘伟,刘百桥.我国围填海现状、问题及调控对策[J].广州环境科学,2008(2):26－30.

[21] 刘迪川,来亚红.乡村振兴视角下农用地土壤污染多主体协同治理探讨[J].绿色科技,2018(20):129－132.

[22] ZHOU L,LI L,HUANG J.The river chief system and agricultural non-point source water pollution control in China[J].Journal of Integrative Agriculture,2021,20(5):1382－1395.

[23] QIN G,NIU Z,YU J,et al.Soil heavy metal pollution and food safety in China: Effects, sources and removing technology[J].Chemosphere,2021,267:129205.

[24] LI T,WAN Y,BEN Y,et al.Relative importance of different exposure routes of heavy metals for humans living near a municipal solid waste incinerator[J].Environmental Pollution.2017,226:385－393.

[25] 刘凤,滕洪辉,任百祥,等.土壤污染的生态毒理诊断研究进展[J].应用生态学报.2014,25(9):2733－2744.

[26] 王玉军,吴同亮,周东美,等.农田土壤重金属污染评价研究进展[J].农业环境科学学报.2017,36(12):2365－2378.

[27] 欧阳东.福建省海洋环境污染的影响因素及对策研究[D].福州:福建农林大学,2018.

[28] 陈碧珊,苏文华,罗松英,等.湛江特呈岛红树林湿地土壤重金属含量特征及污染评价[J].生态环境学报,2017,26(1):159－165.

[29] 许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等.流沙湾海草床重金属富集特征[J].生态学报.2011,31(23):259－265.

[30] 张志卫,刘志军,刘建辉.我国海洋生态保护修复的关键问题和攻坚方向[J].海洋开发与管理,2018,35(10):26－30.

[31] 吴韶兰.环渤海经济区生态环境协同治理的法治化[C]//环渤海区域高质量协同发展的法治保障.第十四届环渤海区域法治论坛论文集,2019:164－169.

[32] 杨平,傅伯杰.土地利用变化与陆地—海洋的相互作用[J].地球科学进展,2000(6):723－728.