

长江经济带生态环境治理成效与绿色发展态势

段学军^{1, 2} 王磊^{1, 2} 邹辉^{1, 2} 康珈瑜^{1, 3} 颜蔚^{1, 31}

(1. 中国科学院 南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008;

2. 中国科学院 流域地理学重点实验室, 江苏 南京 210008;

3. 中国科学院大学, 北京 100049)

【摘要】: 推动长江经济带发展是关系国家发展全局的重大战略, 长江生态环境保护修复具有全局性意义。“共抓大保护”战略提出以来, 特别是长江保护修复攻坚战实施以来, 各方积极推进生态环境整治, 促进绿色转型发展, 长江经济带生态环境保护发生了转折性变化。系统梳理和调查分析了长江经济带治理成效与绿色发展态势, 剖析了面临的主要问题并提出政策建议, 以期为长江大保护战略深入推进和长江保护修复实践提供参考。

【关键词】: 生态变化 环境治理 绿色发展 流域管理 长江经济带

【中图分类号】: F299.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)08-1677-08

20 世纪 90 年代以来, 长江三角洲和沿江地区贯彻以经济建设为中心和改革开放政策, 带动了整个长江经济带经济的腾飞。另一方面, 由于缺乏科学的空间管控和高强度开发, 导致长江经济带的资源环境压力快速增大, 环境污染和生态破坏加重, 水生生物种类和数量持续减少, 多种珍稀物种濒临灭绝, 生态系统功能明显退化。尤其是沿江重点城市, 经济发展与生态环境保护的矛盾突出, 地质灾害频发, 江湖、河湖关系紧张, 湖泊富营养化等问题明显加剧^[1,2]。2016 年“长江大保护”战略提出以后, 长江经济带发展战略发生了根本性转变, 由相对粗放式的发展方式转向高质量绿色发展, 由开发利用主导转向保护修复主导。近年来, 长江经济带生态环境治理取得阶段性成效、绿色发展态势凸显, 生态环境保护发生了转折性变化。本文系统梳理和调查分析了长江经济带治理成效与绿色发展态势, 剖析了面临的主要问题并提出政策建议, 以期为长江大保护战略深入推进和长江保护修复实践提供参考。

1 长江经济带生态环境治理成效

1.1 流域空间管控明显加强

自“共抓大保护、不搞大开发”理念提出以来, 流域空间管控已成为长江经济带绿色发展的重点任务。2017 年 7 月发布的《长江经济带生态环境保护规划》对长江生态环境保护提出细化、量化的目标和任务, 其中强调了流域“空间管控, 分区施策”, 根据长江流域生态环境系统特征, 以主体功能区规划为基础, 强化水环境、大气环境、生态环境分区管治, 系统构建生态安全格局; 提出“强化底线, 严格约束”, 落实“三线一单”(即生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单)硬

作者简介: 段学军(1970~), 男, 研究员, 主要研究方向为流域资源环境与可持续发展. E-mail: xjduan@niglas.ac.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目(42071164, 41901156); 中国科学院科技服务网络计划(STS)重点项目(KFJ-ST5-ZDTP-011)

约束；提出“西部和上游地区以预防保护为主，中部和中游地区以保护恢复为主，东部和下游地区以治理修复为主”。通过生态保护红线划定，长江经济带 25.47%的国土面积得到有效保护，结合“三线一单”的实施，重要生态空间和环境空间得到了有效的管控。自然资源部组织编制《长江经济带国土空间规划(2021—2035 年)》，开展长江经济带国土空间用途管制试点，构建差别化自然生态空间用途管制规则，制定环境分区分区管控方案和生态环境准入清单。长江流域各省(区、市)编制印发“三线一单”，建成信息共享系统；同时完成生态保护红线评估调整成果技术审核，建立长江经济带负面清单管理制度体系，明确产业发展、区域开发、岸线利用等方面管控要求。自 2021 年 3 月 1 日起施行的《中华人民共和国长江保护法》，为推进长江流域生态环境保护与修复、促进资源合理高效利用、保障生态安全等提供了坚实的法律保障。通过系列法律法规和政策措施的制定，长江流域空间管控要求进一步落实、空间管控措施得到加强。

1.2 河湖水质环境质量不断改善

依据《2020 中国生态环境状况公报》，2020 年长江流域监测的 510 个水质断面中，I~III 类水质断面占 96.7%，比 2019 年上升 5.0%，比全国平均水平高 13.3%；流域内国控断面水质全面消除劣 V 类。2008~2020 年长江流域 I~III 类水质占比为 80.9%~96.7%，最低值出现在 2011 年，最高值出现在 2020 年，总体呈波动上升趋势^[3]。长江流域主要污染物浓度呈下降趋势，其中，高锰酸盐指数年平均值由 2011 年的 4.10mg/L 降至 2020 年的 2.69mg/L，五日生化需氧量由 3.03mg/L 降至 1.39mg/L，氨氮浓度由 0.88mg/L 降至 0.18mg/L，化学需氧量由 18.8mg/L 降至 11.0mg/L，总磷浓度由 0.157mg/L 降至 0.072mg/L^[4]。重点湖库水质得到一定改善，近 10 年来太湖、巢湖、滇池综合营养状态指数总体呈下降趋势，其中太湖、巢湖均处于轻度富营养状态，滇池由接近重度富营养状态转变为中度富营养状态^[4]。同时，跟踪调查发现，近年来长江干流滨岸水环境有较大改善，2020 年和 2017 年相比，优良比例从 57%提升到 79%，南京以下江段总氮浓度由 1.78mg/L 下降至 1.32mg/L，总磷含量由 0.089mg/L 下降至 0.082mg/L^[5]。

1.3 生态恶化趋势得到遏制

“十三五”期间，长江流域累计完成造林 0.147 亿 hm^2 、森林抚育 0.08 亿 hm^2 、石漠化治理 104 万 hm^2 ，新增水土流失治理面积 7.85 万 hm^2 ；完成长江干流和主要支流两岸 10km 范围内废弃露天矿山生态修复治理 1.3 万 hm^2 ^[4]。1980~2015 年，长江经济带湿地消失和新生并存，长江经济带的河流湿地和沼泽湿地呈减少趋势，湖泊和库塘湿地呈增加趋势，整体上长江经济带湿地呈增加趋势，从 1980 年的 50175 km^2 增加到 2015 年的 56257 km^2 ^[6]。根据 2020 年长江流域水生态状况调查监测试点成果，流域内共监测到浮游植物 8 门 274 种(属)，硅藻门为绝对优势类群，共 116 种，占 42.3%；共监测到着生藻类 7 门 273 种，硅藻门为绝对优势类群，共 136 种，占总种类数的 49.8%^[4]。长江部分江段江豚观测到的频次明显增加、多年未观测到江豚的江段发现江豚出没。底栖生物结构有所改善，实地采样调查表明武汉至南京江段底栖动物生物多样性指数由 2017 年的 1.137 上升到 2020 年的 1.568。

1.4 岸线整治恢复效果显著

沿江相关省市相继开展岸线利用项目清理整治工作，整治重要项目 1000 余个，清理整治了大量砂石及小散码头、修造船点等，拆除非法码头 1200 余个，腾退岸线 500 余公里。岸线利用“小散乱”状况得到了明显改善，整治取得了阶段性效果，特别是以南通、南京、芜湖、九江、黄石、宜昌等地的岸线整治取得了较好的示范效果。研究发现，2016~2020 年长江岸线资源开发利用总体下降 0.37%，其中四川、重庆、江西开发利用上升，其他省市开发利用下降。开发利用上升最高的是四川省，上升 0.92%；开发利用下降最高的是湖南省，下降 2.64%。2020 年长江自然岸线保有率 65.5%，较 2016 年提高了 0.37%，说明长江岸线利用与保护的平衡发生了重要转折，由大开发转向了大保护。整体港口工业岸线长度减少了 60.8km，占开发利用岸线比重下降 1.7%。而从各省份来看，湖北省港口工业岸线占比下降最多，下降了 4.3%；另外港口工业岸线下降的省份还有安徽省和江苏省。从各城市来看，开发利用降低最为明显的城市包括常州、扬州、南京、芜湖、黄冈、岳阳、荆州等城市。自然岸线保护格局得到维持和优化，岸线景观质量大幅提升，临江不见江、临江脏乱差的情况得到极大改善，同时也有效增加了居民休闲游憩的生活空间、生物栖息的生态空间^[7]。

2 长江经济带绿色发展趋势

2.1 协同发展与保护格局初步形成

由于长江经济带的特殊地理位置，成为国家推动“东中西互动合作的协调发展带”关键纽带之一^[8]。2014 年国家成立了推动长江经济带发展领导小组，印发了《长江经济带省际协商合作机制总体方案》、《长江经济带发展规划纲要》等指导性文件，致力于推进上中下游协同发展。以城市群为核心，长江经济带建设推动了地区之间彼此开放、密切合作，在更大空间范围内进行资源要素优化配置和生态环境联防联控，初步建立了协同发展与保护格局，提升了经济带的整体竞争力。国家和相关省市相继出台了《长江三角洲城市群发展规划》、《长江中游城市群发展规划》、《成渝城市群发展规划》、《滇中城市群发展规划》、《黔中城市群发展规划》、《长江中游城市群发展“十四五”实施方案》等多个规划政策文件，促使以城市群为核心带动整个长江经济带区域协同发展。近年来，城市会商会/协调会以及联席会机制不断深入发展，持续推进长江经济带地区间合作，长江经济带协同发展、城市群区域一体化发展水平不断提高^[9,10]。2018 年财政部印发的《关于建立健全长江经济带生态补偿与保护长效机制的指导意见》对重点生态功能区、对流域上下游间生态补偿进行了系统性的安排。2019 年推动长江经济带发展领导小组办公室发布《长江经济带发展负面清单指南(试行)》，建立完善长江经济带生态环境修复保护硬约束机制，各省市也分别建立了细化的负面清单指南，系统开展了小水电清理整改、禁捕和退捕、渔民安置保障和生态价值实现等工作。

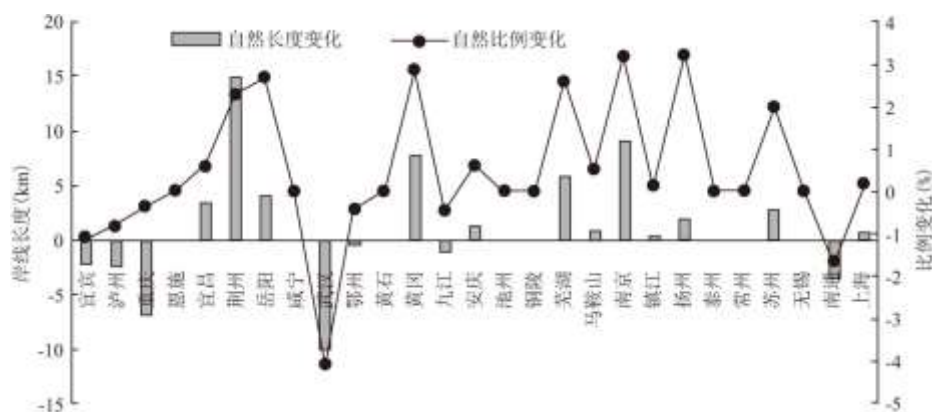


图1 沿江城市长江自然岸线长度和占比变化(2016~2020)

2.2 产业结构升级与布局优化加快

创新驱动发展活力持续加强，研究与试验发展经费投入强度达到 2.5%，创新驱动经济高质量发展的引擎作用进一步提升，2015~2020 年间 R&D 经费支出增长了 87%。战略性新兴产业规模持续扩大，形成了下一代信息技术、生物医药、新材料、高端装备等特色产业集群，首批国家公布的战略新兴产业集群有 30 个，将近占全国的一半。2009~2019 年，长江经济带化工产业主营业务收入变化呈现明显了两个发展阶段：大开发快速发展阶段(2009~2016 年)，化工产能快速增长，占全国比重从 38.6% 上升至 42.0%；大保护迅速调整阶段(2017~2019 年)，2016 年大保护战略提出以后，长江经济带化工产能增长的趋势受到了制约，占全国比重从 2016 年的 42.0% 持续下降至 37.4%。沿江地区相继开展了化工产业专项整治行动，关停并转化工企业 3000 余家，“化工围江”问题得到了扭转，特别是江苏省、湖北省的化工整治行动取得了较好的成效，并形成了典型的治理模式。

2.3 资源可持续利用水平逐步提升

长江经济带水土资源条件优越，水土资源开发利用率高。随着人口经济快速增长，经济带耕地面积快速减少，水土资源承载压力凸显，推动资源可持续利用成为长江经济带高质量发展的必然要求^[11]。资源供需结构不断优化，地下水供水量逐年减少，生

态用水占比不断提高，用水效率不断提升，与 2015 年相比，2020 年单位 GDP 耗水和单位工业产值工业耗水分别下降了 35.72% 和 37.05%。随着国家长江大保护的推进，林地等生态空间在局部地区增加明显，但建设用地增长对耕地的占用居高不下。土地利用效率明显提高，2020 年单位建设用地 GDP 产出相比 2015 年提升了 78.2%。能源利用效率逐年提高，相较于 2015 年，2019 年能源利用效率提升了 33.75%，然而能源利用效率仍高于全球平均水平，单位 GDP 能耗是英国、日本和德国等发达国家的 2 倍以上。中上游省市资源利用效率提高速度较快，但资源利用效率梯度差异明显，下游省市资源利用效率高于中游省市，中游省市高于上游地区省市。

表 1 长江经济带水资源利用结构及效率

	供水结构(亿 m³)			用水结构(亿 m³)				总量(亿 m³)	万元 GDP 耗水 (亿 m³/万元)
	地表水	地下水	其他	农业	工业	生活	生态补水		
2015	2508.1	98.8	15.8	1384.4	830.2	380	27.9	2622.5	85.9272
2016	2495.4	94.9	16.9	1354.2	828.6	393.8	30.6	2607.2	77.32324
2017	2524.9	91.5	20.8	1387.8	815.4	402.2	31.8	2637.2	71.08385
2018	2531.3	85.2	21.9	1380.3	809	414.9	34.4	2638.6	65.47634
2019	2537.9	80.8	26.3	1400.2	786.9	419.8	38.2	2645.1	57.77785
2020	2383.8	63.4	35.7	1341.7	672.7	412.4	56.5	2483.3	52.65915

注：数据来源于《中国统计年鉴》。

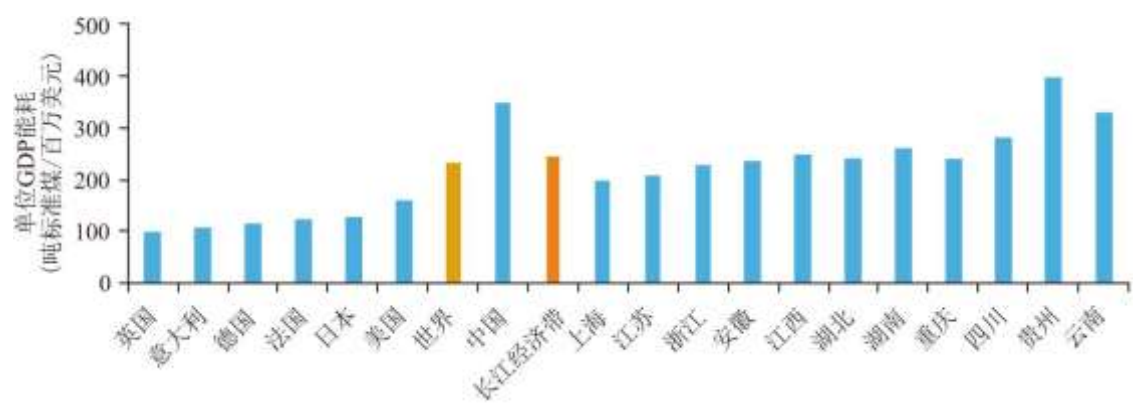


图 2 长江经济带及相关省市与世界及主要国家能源利用效率对比 (2019 年)

2.4 污染控制与环境治理能力加强

近十年来，长江经济带的整体污染控制与治理能力持续提升。针对长江经济带突出的生态环境问题，长江经济带发展领导小组联合 11 省市深入推进沿江城镇污水垃圾处理、化工污染治理、农业面源污染治理、船舶污染治理和尾矿库污染治理“4+1”工程。工业污水处理能力和水平逐年提升，其中在 2015 年、2016 年提升最为显著，到 2020 年经济带污水处理厂集中处理率达到

92.2%,较全国平均高1.2个百分点,一般工业固体废弃物综合利用率高于全国平均利用10个百分点之多,达到66.5%,城市生活垃圾无害化处理率常年处于97%以上,并且通过焚烧处理的生活垃圾占比逐年增大,从2015年的44%提升到2020年的69%。持续推进工业领域的节能减排,各种来源的废气排放都呈现下降趋势,其中工业排放的二氧化硫废气下降明显,废气中二氧化硫排放量在2015年至2016年间下降一半。因工业排放的颗粒物增加明显,废气中颗粒物排放量在2016年出现一个高峰,但其后便逐年降低,2020年下降了60.52%。随着重点支流保护修复深入推进,2020年长江经济带水质优良(达到或优于Ⅲ类)比例达到75%以上。

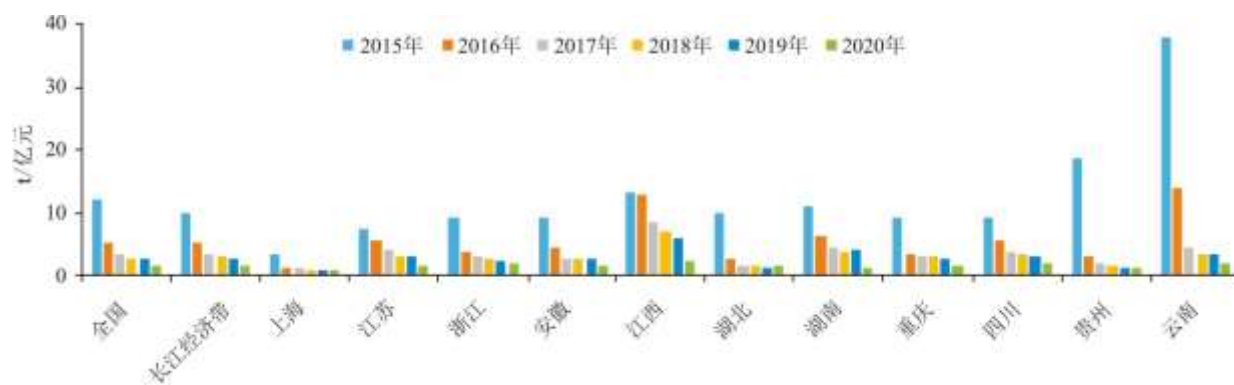


图3 长江经济带单位工业产值污水中COD排放量

注：数据来源于《中国环境统计年鉴》。

3 主要问题与建议

3.1 化工和岸线整治面临瓶颈，急需制定针对性措施

长江沿岸局部重化工基地历史欠账多、产业依赖深，化工产业绿色转型面临瓶颈。长江干流沿岸27个城市中90%以上的区县布局有化工企业，农药、涂料、合成材料等污染较大的行业分散布局更加明显^[12]。化工企业布局与长江重要的珍稀水生动物及水产种质资源保护地空间冲突明显，化工企业占用保护地岸段长度达80余公里。对高开发强度岸线与生态保护的协调难点和历史遗留问题研究不足、解决缓慢。保护地岸线被占用和干扰达800km，尤其对长江刀鲚和四大家鱼保护造成很大影响。由于历史原因，这些岸段的整治大多处于搁置状态，大型港口工业园与水生生物保护区、水产种植资源保护区空间冲突和干扰问题解决成本高、难度大，缺乏针对性政策措施。因此，建议开展以化工为重点的沿江产业行业水平大普查，压减、淘汰落后的工艺与附加值低、污染大的行业，鼓励对现有园区进行分类整合与改造，进一步推进化工园区化工集中区统一认定和规范化管理。开展岸线利用科学性评估与问题诊断，制定分阶段、分区域整治提升计划。建议对开发利用强度高、历史遗留的问题岸段开展专题研究，对岸线利用的结构、效率、功能以及生态环境影响等问题进行“把脉问诊”。制定阶段性整治提升计划，因地制宜制定岸线准入与退出机制。鼓励工业岸线利用纵深发展，降低工业特别是化工岸线的生态环境影响。对历史遗留问题岸段开展岸线利用科学性评估，制定港口工业调整或保护地范围调整的优先序，制定历史遗留问题整治行动方案。

3.2 局部水环境质量提升缓慢，急需加强流域重点治理

部分支流水质仍然较差、湖库富营养化尚未得到有效控制。乌江、岷江、沱江总磷超标问题依然突出，太湖、巢湖、滇池水华发生程度并未明显改善，洱海水华控制亦存反弹风险。由于磷矿采选与磷化工产业导致的部分河段总磷超标问题仍未得到解决^[13]。同时洪水脉冲对瞬时水环境污染不可忽视，上游磷石膏堆场分布在沱江等支流两岸，遇雨水或洪水来时大量淋溶水直排入江，导致总磷浓度长期超标。调查发现，2020年长江干流三峡段以下滨岸水域总体仍以Ⅲ和Ⅳ类水质为主，二者占比高达76%以

上。可见，长江干流全面Ⅱ类水质难以反映长江滨岸污染带治理的实际情况。长江滨岸带以及部分支流、湖泊的治理缺乏系统性，在环境保护、灾害防治、流域治理上缺乏统筹，特别是“问题在水里、根子在岸上”缺少针对性的系统治理行动方案。因此，建议加强湖泊—河流—流域治理合力，弥补流域管理体制条块分割、多头管理的不足。特别是隶属于不同行政区的大中型湖泊流域，加强要多部门协同管理。推进治理范围从局部水环境治理到流域综合治理、重点治理方向转变，治理思路注重因地制宜、因地制宜施策，治理技术措施强化源头、过程、末端相结合的系统治理。特别是大力推动水环境治理由污染治理向生态系统提升和山水林田湖草系统治理转变，努力实现“有河有水、有鱼有草、人水和谐”的目标。

3.3 生态修复长远目标不清晰，急需研发基础理论与关键技术

当前长江生态保护与修复存在过度强调单一生态目标的保护或局部江段修复的手段，对长江水生生态系统的整体性以及物质与生物信息交流在空间上的通畅性考虑不足。调查发现，长江水生生态改善效果不显著，浮游植物种类依然以蓝藻和硅藻为主，群落结构单一。扬州夹江口以下江段底栖动物恢复不明显，超过82%调查点以耐污类群摇蚊幼虫占优，沉积物中有机质污染较为严重，清洁类群双壳纲占优的点位百分比仅为18%。长江生态修复缺乏统一标准，部分地方热衷于大拆大建早见效，对自然修复、长期维护缺乏耐心，存在过度追求景观形象。实施的生态修复工程多以植树种草为主，倾向于简单地表绿化，将生态修复简化为绿化工程，生态保育功能没有得到明显的提升和改善，生态修复长远目标不清晰。因此，建议加强长江流域“水-岸-陆”各生态环境要素完整性和共生共存理论研究，开展相关关键技术研发。有机连接重要生态功能保护区、河流水系、自然山体和生态绿地，加快生态廊道建设。在长江“水-岸-陆”系统调查与研究的基础上，针对开发不合理、滨岸带水质下降、生物多样性降低、水体生态功能下降、生态廊道不畅等诸多问题，从流域综合治理角度制定以岸线为核心的保护修复系统性规划。加强综合治理系统性和整体性，注重生态修复的顶层设计，在国家层面推动形成以岸线为代表的生态修复空白区、起步区技术标准与规范，推进长江滨岸带生态环境修复，示范带动流域生态保护修复工作。

3.4 保护修复资金投入不稳定，急需探索生态价值转换路径

长江经济带生态保护和修复现有资金主要是专项资金、生态功能区转移支付、生态保护修复奖励和生态补偿资金，资金主要来源于中央和地方政府，近年来少量社会资本通过国家绿色发展基金等方式参与进来，但资金规模和影响都还有限。长江经济带生态保护和修复资金来源还较为单一，并且长江生态自身价值在生态修复和保护投入中没有被利用。探索推广绿水青山转化为金山银山的路径、实现生态产品价值转换成为弥补生态修复资金不足的重要渠道，近年来国家鼓励生态产品价值转换试点工作。以长江流域为主体的长江经济带，不仅是我国经济发展重心，还提供了丰富的优质生态产品。因此，在鼓励和引导社会资本投入专项生态修复的同时，急需探索长江经济带生态产品价值实现途径，形成一批具有示范效应的可复制、可推广的经验做法。以生态价值实现，保障长江经济带生态保护和修复的可持续性，既提供长江经济带生态保护和修复新的重要资金来源，又驱动地方政府自发地、积极地进行生态保护和修复，形成良性循环，是实现长江经济带生态环境保护和高质量发展有机统一的一个重要途径。

3.5 科技对绿色发展支撑不足，急需强化协同创新和推进科技成果转化

长江经济带建设既要坚持生态优先、绿色发展的战略定位，同时又要通过产业转型升级加快构建现代产业走廊，创新发展是实现长江经济带绿色发展的内在动力。经济带制造业由劳动密集型向资本和技术密集型转变缓慢，二者的产值之比由2000年的31.83%仅提高到2020年的32.39%。从轻重工业比来看，长江经济带重工业占比不断上升，由2000年的6.75%上升至2020年的6.98%，其中江苏省重工业占比超过30%、浙江省、江西省和四川省重工业占比分别为14.82%、9.01%和8.70%。长江经济带目前仍是以重工业为主体的制造业基地，亟待推动创新驱动的绿色转型发展，提升产业科技创新能力^[14]。长江经济带科技创新资源集聚能力呈现逐渐增强的态势，但两极分化现象严重，由东向西梯度下降。在当前国家新基建和畅通国内大循环形势下，长江经济带需要做大做强优势新兴产业，大力推动传统产业绿色转型发展，加快创建一批重大科技基础设施，深度挖掘科技创新潜力，挖掘人才存量，激活现有人才的创造活力，以国家级高新区为依托，推动产学研各类创新主体协同发展，建设一批跨界跨区产业创

新中心、产业技术创新联盟、协同创新基地等,提升科技创新对经济带绿色发展的支撑作用^[15]。针对长江经济带重化工产业比重高的特点,支持园区系统创新和模式创新,积极构建循环经济体系,着力建设绿色发展示范园区,探索生态环保与经济建设协同发展新路径。建立健全绿色技术创新体系,加强生态环保领域关键技术、核心技术的研发,加大先进绿色技术推广力度。

4 结语

从“大开发”到“大保护”,长江经济带发展理念的转变无疑是长江经济带战略历史发展和转变的缩影。长江流域资源与环境研究重点也由开发向保护转变、由保护向生态修复转变。虽然长江经济带生态环境治理取得阶段性成效,绿色发展呈现良好的态势,但是仍然面临很多亟待解决的问题,长江生态环境保护修复依然任重道远。

参考文献:

- [1]杨桂山,徐昔保.长江经济带“共抓大保护、不搞大开发”的基础与策略[J].中国科学院院刊,2020,35(8):940-950.
- [2]段学军,王晓龙,徐昔保,等.长江岸线生态保护的重大问题及对策建议[J].长江流域资源与环境,2019,28(11):2641-2648.
- [3]李海生,杨鹄平,赵艳民.聚焦水生态环境突出问题,持续推进长江生态保护修复[J].环境工程技术学报,2022,12(2):336-347.
- [4]王金南,孙宏亮,赵越,等.持续打好长江保护修复攻坚战,谱写生态优先绿色发展新篇章[J].环境工程技术,2022,12(2):329-335.
- [5]段学军,王晓龙,邹辉,等.长江经济带岸线资源调查与评估研究[J].地理科学,2020,40(1):22-31.
- [6]周李磊,官冬杰.长江经济带湿地空间格局变化及其保护修复对策研究[J].三峡生态环境监测,2022,7(1):88-96.
- [7]段学军,邹辉,王晓龙.长江经济带岸线资源保护与科学利用[J].中国科学院院刊,2020,35(8):970-976.
- [8]段学军,邹辉,王磊.长江经济带建设与发展的体制机制探索[J].地理科学进展,2015,34(11):1377-1387.
- [9]曾刚,杨舒婷,王丰龙.长江经济带城市协同发展能力研究[J].长江流域资源与环境,2018,27(12):2641-2650.
- [10]王磊,段学军,杨清可.长江经济带区域合作的格局与演变[J].地理科学,2017,37(12):1841-1849.
- [11]段学军,邹辉,陈维肖,等.长江经济带形成演变的地理基础[J].地理科学进展,2019,38(8):1217-1226.
- [12]邹辉,段学军.长江沿江地区化工产业空间格局演化及影响因素[J].地理研究,2019,38(4):884-897.
- [13]赵玉婷,李亚飞,董林艳,等.长江经济带典型流域重化产业环境风险及对策[J].环境科学研究,2020,33(5):1247-1253.
- [14]胡森林,曾刚,滕堂伟,等.长江经济带产业的集聚与演化——基于开发区的视角[J].地理研究,2020,39(3):611-626.

[15]方敏, 杨胜刚, 周建军, 等. 高质量发展背景下长江经济带产业集聚创新发展路径研究[J]. 中国软科学, 2019(5):137-150.