

长江经济带生态环境高质量实现路径研究

——以南京为例

于忠华¹ 孙瑞玲¹ 秦海旭¹ 姚利鹏¹ 程檀青²¹

(1. 南京市生态环境保护科学研究院, 江苏 南京 210013;

2. 南京市生态环境局, 江苏 南京 210000)

【摘要】: 基于优化环境政策制定及实施目的, 建立“多视角绩效分析—多情景方案比选—多主体参与治理”的逻辑分析框架, 以长江三角洲特大城市南京为例, 多视角评估了2003~2018年南京市环境治理绩效, 设计了3种发展情景并分析了不同情境下生态环境高质量制约条件及实现路径, 基于利益相关方理论提出多主体参与治理的实施路径。研究表明: 大气环境质量优于京津冀地区城市但与珠三角城市差距明显, $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 波动改善但尚未达到国家标准, O_3 空气污染日益凸显, 水环境质量持续改善且已无劣V类断面; 研究时段内南京市工业经济增长与废水和固体废物基本实现脱钩但与废气尚未脱钩; 重点行业环境绩效改善方面电力企业表现较好而钢铁、化工企业表现较差。在给定2025年高质量环境目标下, 采取协调发展策略推动经济环境协调发展、开展多种污染物协同治理、推动党委政府企业公众多主体协作, 有助于实现长江经济带生态环境高质量目标。

【关键词】: 长江经济带 生态环境 高质量 情景分析 南京

【中图分类号】: X37 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)02-0379-08

推动长江经济带高质量发展, 是实现我国经济高质量发展、构建现代化经济体系的必然选择^[1,2]。党中央、国务院高度重视长江经济带生态环境保护工作, 习近平总书记在重庆(2016)、武汉(2018)、江苏(2020)视察长江的重要论述, 为推动长江经济带高质量发展, 提供了科学指引和根本遵循。长江经济带在发展过程中水资源、水环境和水生态均面临不同程度的问题和威胁, 区域开发与生态环境协调问题日益凸显, 生态环境保护面临着巨大的挑战^[3,4]。高质量的生态环境是满足人民群众日益增长的美好生活的重要内容, 是各级党委政府贯彻落实习近平生态文明思想的着力点, 也是衡量长江经济带发展的重要标尺。如何提升沿江生态环境质量是社会各界普遍关注的重点问题, 资源环境矛盾突出的沿江城市是开展生态环境污染治理的主战场。

为全面落实党中央、国务院关于长江经济带“共抓大保护、不搞大开发”的决策部署, 沿江各地, 坚持规划引领, 出台多项政策措施致力开展长江生态保护修复, 取得了较为显著的成效。但由于在政策文件编制和实施过程中, 对长江经济带生态环境问题的复杂性认识不深, 未从宏观中观微观多视角全方位评估环境政策实施的绩效; 在制定政策措施过程中较少进行多方案比选, 且行政干预随意性较大, 缺乏方案制定的严谨性科学性; 在规划计划实施过程以政府为主, 实施主体较单一; 基于上述原因^[5], 此类政策文件实施过程中容易出现政策脱轨效应^[6]。目前, 在生态环境类政策文件制定与评估领域, 广大学者从不确定性分析^[7,8,9]、多维度分析^[10,11,12]、多情景分析^[13,14,15,16]以及多主体参与实施^[17,18,19]等视角, 分别开展了卓有成效的研究, 但较少对这些技术

作者简介: 于忠华(1978~), 男, 正高级工程师, 主要研究方向为环境规划与管理。E-mail: zhyu168@126.com

基金项目: 南京市社科基金一般青年项目(2019YB-01)

方法进行集成应用，多定性描述少定量分析，且缺乏高质量目标引领。因此，在开启全面建设社会主义现代化强国新征程的历史时期，全面推进长江经济带发展的时代使命，整合创新政策文件编制和实施技术方法尤为必要。

经过近几十年的发展，长江成为我国城镇化和工业化的走廊，重化工企业多布局在长江。长江流域的各级党委政府，有责任保护好长江“母亲河”，回答好高质量发展的时代课题。南京是长江下游唯一跨江布局的特大城市，2018年常住人口843.6万，地区生产总值达12820亿元，作为江苏省的最上游，拥有275km宝贵的长江岸线资源，全市8大集中式饮用水水源地分布两岸，城市发展已由秦淮河时代迈入扬子江时代。南京市“重化型”产业结构和“煤炭型”能源结构特征突出，污染负荷长期居副省级城市前列，长江南京段生态环境质量直接影响着南京乃至江苏省的可持续发展。本文试图建立“多视角绩效分析——多情景方案比选——多主体参与治理”的逻辑分析框架，以长江三角洲特大城市南京为例，在基于宏观中观微观多视角生态环境保护绩效分析基础上，运用情景分析法，设计3种经济社会发展情景，分析在给定2025年高质量环境目标下，长江经济带生态环境高质量的实现路径及政策需求，提出政府企业公众多主体参与的路径举措，以期在南京及长江流域同类城市探索以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路子提供决策参考。本研究的数据来源于历年《南京统计年鉴》《南京市环境统计资料》以及南京市发改、工信、环保等政府部门的官方数据。

1 环境治理多视角绩效分析

为了深入打好污染防治攻坚战，实现长江经济带生态环境的高质量，环境管理决策者需要从宏观、中观、微观多视角，综合评估长尺度生态环境保护的总体态势、经济增长与生态环境的关联性以及重点行业的环境经济，从而更好地研判形势，实现精准治污、科学治污。

1.1 生态环境保护总体态势

近15年来，南京致力于城市发展方式转型，经济增长动力由物质投入向创新驱动转变，经济结构由单一向多元化转变。产业结构不断优化，三次产业增加值比例由4.2:51.0:44.8(2003年)优化调整为2.1:36.9:61(2018年)。生态环境质量持续改善，2018年，空气环境质量优良天数达标率为68.8%，PM_{2.5}和PM₁₀浓度年均值分别为43和75 μg/m³。国、省考断面水质优III类比例达81.8%，无劣V类断面。南京与国内重点城市相比，空气优良率指标，仅优于北京、天津、武汉、成都等北方和中西部城市，与长江三角洲的上海、杭州、苏州有一定差距，与珠三角的深圳、广州差距明显。PM_{2.5}仅优于北京、天津、武汉、成都等城市，与长江三角洲城市持平，但逊于上海。PM₁₀仅优北京、天津、成都，表明颗粒物污染治理还存在较大差距。O₃污染是近年来凸显的空气污染问题，成因与机理尚处于探索阶段，该指标南京普遍优于珠三角、长三角、京津冀城市。总的来看，南京市空气优良率在逐年提升但略有波动，PM_{2.5}和PM₁₀尚未达标(国家空气质量二级标准分别为35和75 μg/m³)，O₃污染日趋严重，超标天逐年递增(2018年为60d)，见表1。

表1 近5年来南京市主要环境质量状况

年份	空气优良率 (%)	PM _{2.5} 年均浓度 (μg/m ³)	PM ₁₀ 年均浓度 (μg/m ³)	臭氧超标天数 (d)	优于III类水质断面比例 (%)	劣V类比例 (%)
2013	55.3	77.0	137	17	53.6	10.7
2016	66.1	47.9	85.2	56	63.6	9.1
2017	72.3	40.0	76.0	58	72.7	0.0
2018	68.8	43.0	75.0	60	81.8	0.0

1.2 工业经济增长与主要污染物的脱钩评价

脱钩分析工具是研究经济增长与资源环境消耗之间的关系的有效方法，脱钩关系是指对资源利用和环境压力并没有随着经济增长而增加，甚至还会减小。计算方法见参考文献^[20, 21, 22]。2003~2018年，南京市的工业煤炭消费量、工业废气、工业废水、工业固体废物排放量与工业增加值脱钩状态来看：工业煤炭消费量基本呈脱钩状态，近5年呈强正脱钩，表明工业增加值对煤炭消费的依赖程度在降低；工业废气前5年呈增长弱脱钩，但2008年后，大部分呈增长连接或增长强连接，表明工业废气增长速度高于工业增加值增长速度；工业废水大部分呈强正脱钩或增长弱脱钩，表明工业增加值增长速度高于废水排放增长速度；工业固体废物大部分呈增长弱脱钩或强正脱钩，表明工业增加值增长速度高于工业固体废物排放量增长速度。综合来看，南京市主要污染物(除废气外)与经济增长总体脱钩，工业化和城市化的快速增长并未导致资源环境同步消耗和恶化，经济-环境系统得到了较好地平衡，可持续发展水平持续增强，见图1和图2。但是，南京市“重化型”产业结构和“煤炭型”能源结构特征突出，环境质量还没有迎来根本性好转的“拐点”，主要表现在污染物排放总量依然处于高位，多种污染物复合叠加问题比较突出，资源能源消耗增长与节能减排之间的矛盾比较尖锐。

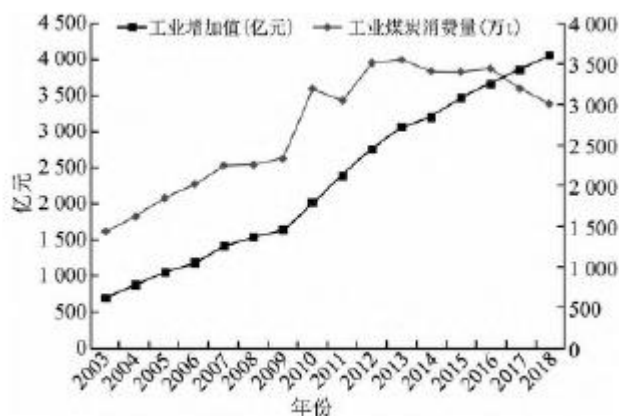


图1 2003~2018年南京市工业经济增长和工业煤炭消费量变化

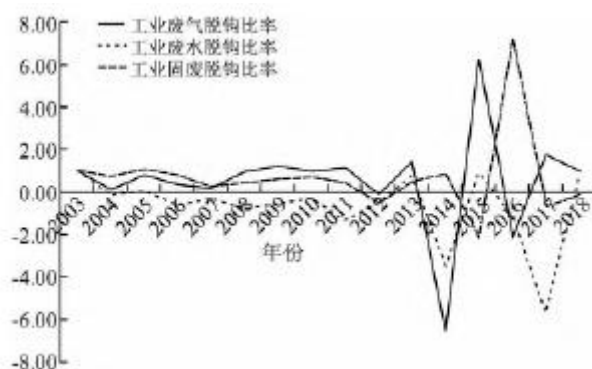


图2 2003~2018年南京市工业经济增长和主要污染物脱钩状态指数

1.3 重点行业的环境经济指标分析

从近15年来电力、石化、钢铁三大重化工产业环境经济指标分析来看，2018年华能国际南京电厂发电厂发电量较2003年

增长了 22.4%，煤炭消费量较 2003 年减少了 20%，废气排放量较 2003 年增长了 27.1%；2018 年中石化金陵分公司石油加工量较 2013 年增长了 34.2%，煤炭消费量较 2003 年增长了 44.6%，工业废气排放量较 2003 年增长了 254.3%，工业废水排放量较 2003 年增长了 135.2%；2018 年南京钢铁股份有限公司钢铁产量较 2003 年增长了 96%，煤炭消费量较 2003 年增长了 189.3%，工业废气排放量较 2003 年增长了 761%，工业废水排放量较 2003 年增长了 605.6%。分析表明，电力行业节能减排效果明显，近 15 年发电量和废气排放量几乎同步增长，但作为耗煤大户煤炭控制效果较好。以中石化金陵分公司为代表的石化行业和以南京钢铁股份有限公司为代表的钢铁行业，在产品产量增加的同时，煤炭消耗量和主要污染物均大幅增长，说明行业的环境经济水平较差。

1.4 主要制约因素

1.4.1 岸线开发利用矛盾突出

长江南京段北岸岸线利用率为 43.8%，南岸岸线利用率高达 80.8%，部分区段岸线利用缺乏上下游、左右岸的协调与统筹。洲岛岸线中，江心洲开发利用最高。长江南京段已利用岸线中以工业生产岸线和港口码头岸线为主（27.9%），城市、居住休闲和旅游景观等生活性岸线占比较少（19.2%）。主江段岸线开发利用活动中工业生产比例偏高，而洲岛岸线城镇生活占比较大。

1.4.2 产业结构布局不合理

长江岸线两侧集中了“2 钢 4 化 5 水泥 6 电厂”等 17 家大型企业，“重化围江”困境亟待破题。入江污染物排放量大，大量的工业废水和滨江生活污水排入长江，金川河、外秦淮河等入江支流水质有待提升。

1.4.3 环境安全隐患多

长江沿岸布局危险化学品生产企业 155 家、沿岸 25 家危化品码头和企业，进出长江南京水域的载运危险货物船舶 2.19 万艘（次），散装液体危险货物吞吐量 5310 万 t，长江南京段环境安全隐患突出。

1.4.4 环境治理能力亟待提高

南京在长江经济带生态环境保护实践过程中，采用的是政府单一主导的生态环境管理模式，企业和公众的自主性没有充分调动起来；环境经济政策关注的环境要素较为单一，末端性的较多源头管控方面的较少；综合性政策合力有待提升。协同保护机制不完善，存在各自为战、单兵作战的现象。

2 南京经济社会发展情景分析

“情景分析法”（Scenario Analysis），是适用于在复杂的环境中，处理未来的不确定性的有效工具，该方法由 20 世纪 40 年代美国兰德公司赫尔曼·凯恩提出，在随后的 30 年里逐渐兴起，并成功应用于经济、能源、环境、农业等等领域预测^[13]。

2.1 经济社会发展情景设定

2.1.1 情景 I

一个国家或区域经济系统在没有阻碍和改变的情况下往往会按照惯性发展，该发展情景设定为情景 I，即没有政府对当下的经济-环境系统进行干预下的发展，作为规划情景的参考。地区生产总值、工业增加值预测结果和常住人口预测结果见图 3，多情景方案分析见表 2。

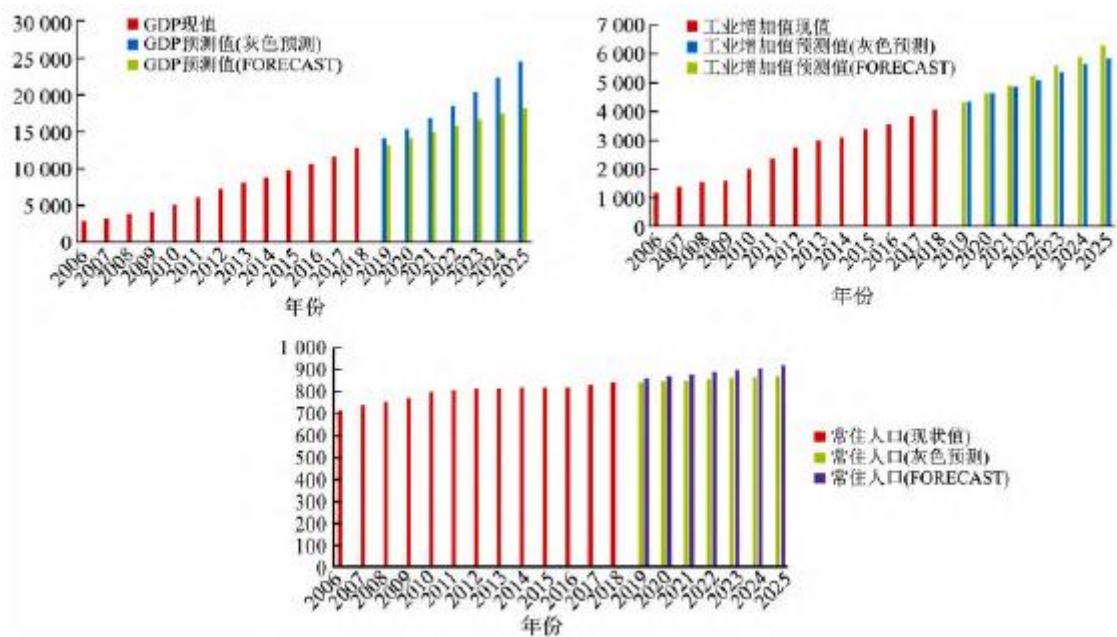


图3 南京市常住人口、GDP、工业增加值现值和2019~2025年预测值

表2 南京市城市发展多情景分析(2025年)

	GDP(亿元)	常住人口(万人)	工业增加值(亿元)	工业煤炭消费量(万t)	PM _{2.5} 年均浓度(μg/m ³)	空气质量达到二级标准的天数比(%)	省考以上断面达到或优于III类水质比例(%)
基准值(2018)	12820.4	843.6	4055.14	3000	43.0	68.8	81.8
情景 I	24492.01(灰色预测)	873.62(灰色预测)	6316.6(灰色预测)	2600	>43.0	<68.8	<81.8
	18286(FORECAST)	919.47(FORECAST)	5876.02(FORECAST)				
情景 II	20000	1000	/	2200	≤35.0	≥80	省定目标
情景 III	19922.73	838.17	6301.63	<2200	<35.0	>80	>省定目标

注：2018年基准值数据来源于《南京市统计年鉴2019》，2018年南京市环境统计年报；情景I中数据是以2018年指标数据为基准值，以惯性发展为指导理念，通过灰色预测模型、FORECAST两种方法进行预测得出；情景II中的数据依据南京市“十四五”相关重点规划，包括国民经济社会发展、生态环境保护、城乡规划建设等，来确定指标的目标值；情景III中GDP、常住人口、工业增加值通过预测模型进行预测得出，其他指标通过设定严于情景II的各项指标目标值来确定。情景II中，“十四五”规划中GDP、常住人口、工业增加值尚未公布，以“/”代替，资源环境相关指标为暂定值。

2.1.2 情景 II

依据南京市“十四五”相关重点规划，包括国民经济社会发展、生态环境保护、城乡规划建设等，来确定未来的发展情景及目标指标值。

2.1.3 情景 III

基于上述两种情景的优缺点，将资源环境约束纳入社会经济发展，形成环境友好型发展情景，并充分发挥党委政府企业公众各主体的作用，将协调发展、高质量发展作为长江经济带生态环境高质量实现目标，其中，GDP、常住人口、工业增加值通过预测模型进行预测得出，其他指标通过设定严于情景 2 的各项指标的目标值来确定情景 3 中的各项指标值，具体操作为：对于正向指标，情景 3 中的相应指标值设定为大于情景 2 的指标值；对于负向指标，情景 3 中的相应指标值设定为小于情景 2 的指标值。

2.2 情景预测方法

本文采用 FORECAST 函数和灰色预测模型两种方法对预测对象进行分析。

2.2.1 FORECAST 函数

FORECAST 函数是根据已有的数值计算或预测未来值。此预测值为基于给定的 x 值推导出的 y 值。已知的数值为已有的 x 值和 y 值，再利用线性回归对新值进行预测。

FORECAST(x, knowny' s, knownx' s)

其中，x 为需要进行预测的数据点；

Knowny' s: 为因变量数组或数据区域；

Knownx' s: 为自变量数组或数据区域。

函数 FORECAST 的计算公式为 $a+bx$ ，式中：

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (1)$$

$$b = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} \quad (2)$$

其中 x 和 y 为样本平均数 AVERAGE(known_x' s) 和 AVERAGE(known_y' s)。

2.2.2 灰色预测模型

灰色 GM(1, 1) 模型本质上是一种指数预测模型，对递增趋势序列具有较好的预测效果。预测的具体步骤如下：

步骤 1 数据序列分段。将 2006~2018 共 13a 的重化工业投影值数据列分为两部分。即 2006~2011, 2012~2018 共两个时间段数据序列。

步骤 2 选取预测基准列。由于南京未来发展水平(2019~2025)与近期南京市的经济增长趋势密切相关, 因此选择以 2012~2018 年数据为预测序列基准列。

步骤 3 对基准列建模计算。利用 GM(1, 1) 预测模型, 得到 2012~2018 年的模拟(预测)序列值以及相对误差。利用模拟数值, 计算 2012~2018 年模拟增长率为 9.7%(高于当前南京实际增速 8.1%)。

步骤 4 计算递推序列。将 2012 年原始数据除以 109.7%, 得到 2011 年南京经济增长水平递推数据; 将该递推数据除以 109.7%, 得到 2010 年南京经济增长水平递推数据, 依次类推, 得到 2006~2011 年南京经济增长水平递推序列。

步骤 5 计算比值模拟(预测)值。首先将 2006~2011 年原始序列值除以递推序列值, 得到原始序列与递推序列比值。然后针对 2006~2011 年比值序列, 利用 GM(1, 1) 模型进行模拟, 得到 2006~2011 年比值序列模拟(预测)值。

步骤 6 计算 2006~2011 年预测值。将比值序列预测值与递推序列值相乘, 分别得到 2006~2011 年发展水平预测值。

步骤 7 利用 GM(1, 1) 预测模型, 预测 2019~2025 年南京经济增长水平预测值。

2.3 多情景方案比选

2.3.1 情景 I 的发展模式

经济增长的资源环境代价较大。经过多年的经济发展, 南京形成了“重化型”产业结构和“煤炭型”能源结构特征, 全市主要的“2 钢 4 化 5 水泥 6 电厂”等 17 家企业排放量占全市工业的 90%以上。按照 2018 年的数据, 大宗商品和城市建设发展势头迅猛, 原油加工量(3000 万 t)、粗钢产量(1750 万 t)、机动车保有量突破 280 万辆(年增速约 20 万辆)、施工工地达 2200 多家、施工面积超过 1 亿 m^2 , 污染负荷长期居副省级城市前列。由于产业结构调整滞后效应, 使化解污染增量矛盾十分突出。若实现长江经济带生态环境高质量目标, 需要突破资源能源约束瓶颈和重化工业结构和布局, 且依赖大规模生态环境治理资金, 考虑未来经济增长存在较大不确定性, 该情景下实现水、气等环境指标高质量的难度较大。

2.3.2 情景 II 的发展模式

主要依赖科学合理、操作性强的生态环境规划政策方案和高效率的推进实施。长江经济带是“自然-经济-环境-社会”复合巨系统, 拥有广泛的不确定性因素, 为政府治理和学者研究带来巨大挑战。限于政策制定者认识能力的局限, 规划、计划等政策文件的科学性和有效性大打折扣, 规划的实施过程中难免受到各种因素的干扰, 规划的实施效果难以达到预期效果。“管发展必须管长江、管生产必须管长江、管行业必须管长江”的工作责任体系尚需进一步巩固加强。考虑到上述诸多因素的影响, 政策文件制定的重点任务和工程项目难以按期保质完成。该情景下要实现南京市“十四五”生态环境规划前期研究成果确定的大气和水环境高质量目标难度较大。

2.3.3 情景 III 的发展模式

试图打破传统的发展经济破坏环境的两难处境, 以“两山”理论为指导, 深入贯彻习近平生态文明思想, 落实新发展理念, 将资源环境纳入经济社会发展成本考虑, 倒逼政府的经济发展思维, 充分认识资源环境承载力日益成为城市新区开发的重要限

制条件。跟踪考核长江经济带资源环境承载能力的动态变化，定量评估经济发展对长江生态系统服务功能的环境效应。十分珍惜宝贵的长江岸线资源，摒弃重化工产业发展惯性依赖，加快构建数字经济和创新型产业，提升轻重工业比例。提高经济-环境系统的协调性，以高质量生态环境促进高质量经济发展质量。按照利益相关方理论，充分考虑政府、企业和公众各方利益诉求，推动党委政府企业公众多主体协作，高质量完成长江生态环境保护重点任务和工程项目。综上分析，按照该发展情景实现长江高质量生态环境较为可行。

3 结论与建议

(1) 经济社会发展模式深刻影响生态环境结果。

通过对南京经济社会发展 3 个情景的设定，并多视角比选了对实现长江生态环境高质量的响应。惯性发展模式，无法破解“重化型”产业结构和“煤炭型”能源结构对生态环境的瓶颈压力，以及伴随的巨量治理资金的需求；规划发展模式，按照“十四五”规划设定的发展目标指标以及安排的重点任务和工程，实施过程中易出现“脱轨效应”；协调发展模式，以“两山”理论为指导，最大可能的提高了经济-环境系统的协调性，有利于实现长江生态环境的高质量。经济社会发展模式是影响生态环境质量的主要驱动力。

(2) “两山”理论是长江大保护的行动指南。

长期以来，我国长江生态环境暴露的一系列问题，归根结底是经济社会发展的过程中，忽视了生态环境保护和资源能源集约节约利用。“绿水青山就是金山银山”理论，凝练概况了经济发展与环境保护的关系，已在全社会形成共识并在区域发展、资源利用、生态保护等领域得到深入实践，日益成为长江大保护的重要依据，实现长江生态环境高质量的重要遵循。“两山”理论不仅具有重大理论意义还具有较强的实践性，协调发展模式，充分考虑经济-环境系统的协调性，在实现全市经济高质量的同时，有力保证了长江经济带生态环境的高质量。

(3) 实现长江高质量生态环境需要多措并举。

贯彻实施新颁布的《长江保护法》，加强长江岸线和生态资源的规划与管控，编制长江流域生态环境修复规划，组织实施重大生态环境修复工程。南京等沿江城市应重视提升电力、石化、钢铁等重化工产业绿色转型发展，开展沿江化工整治，构建以产业生态化和生态产业化为主体的生态经济体系。完善能源消费双控制度，探索建立用能权、碳排放权交易市场。精准实施大气污染攻坚战，深度治理工业大气污染，强化 PM_{2.5} 与臭氧协同控制，协同推进大气污染防治，实现减污降碳协同效应。开展碧水保卫战，好水(优于Ⅲ类水质)差水(劣于Ⅴ类水质)治理协同发力，毗邻地区联合治理跨界水体环境，实现入江支流和国省考断面稳定达标。重视长江经济带生态环境风险，从严实施环境风险防控措施。严格生态空间管控，有效增加生态岸线，扩大生态容量，涵养生态系统，确保长江岸线开发利用控制在 50% 以下。按照利益相关方理论，应在充分考虑政府、企业和公众各方利益诉求的基础上，推动党委政府企业公众多主体协作，实现帕累托最优(最大程度兼顾公平和效率)。建立经济环境协调发展动态监测机制，掌握经济增长与污染物排放的内在规律，动态评估生态环境规划政策的实施绩效。

长江经济带区域空间差异性较大，影响生态环境高质量的因素众多，需要参与环境管理的主体利益诉求多元。为完善“多视角绩效分析——多情景方案比选——多主体参与治理”的逻辑分析框架，下一步还需深入对接新颁布实施的《长江保护法》相关要求，挖掘生态环境高质量的内涵，规范多视角环境治理绩效分析，开展污染排放的时空演变格局研究，提高多情景方案比选的科学性，提出操作性更强的多主体参与的实施路径，以提高长江生态环境保护决策的精准性、科学性。

参考文献:

-
- [1]陆大道. 建设经济带是经济增长布局的最佳选择_长江经济带经济增长的巨大潜力[J]. 地理科学, 2014, 34(7):769-772.
- [2]罗志高, 杨继瑞. 长江经济带生态环境网络化治理框架构建[J]. 改革, 2019(1):87-96.
- [3]李干杰. 坚持走生态优先绿色发展之路扎实推进长江经济带生态环境保护工作[J]. 环境保护, 2016, 44(11):7-13.
- [4]张厚明, 秦海林. 长江经济带“重化工围江”问题研究[J]. 中国国情国力, 2017(4):38-40.
- [5]王金南, 蒋洪强. 环境规划学[M]. 北京: 中国环境出版社, 2014:4-77.
- [6]仇沪毅, 何凌云. 政策脱轨效应: 评估环境政策的新框架[J]. 产经评论, 2020(2):80-95.
- [7]熊鹰, 曾光明, 董力三, 等. 城市人居环境与经济协调发展不确定性定量评价——以长沙市为例[J]. 地理学报, 2007, 62(4):397-406.
- [8]王玉涛, 王丰川, 洪静兰, 等. 中国生命周期评价理论与实践研究进展及对策分析[J]. 生态学报, 2016, 36(22):7179-7184.
- [9]都小尚, 阳平坚, 盛虎, 等. 城市新区环境规划的“响应-调控”模型研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2015, 51(5):913-922.
- [10]UNITED NATIONS. Integrated environmental and economic accounting [R]. Series F, No. 78. United Nations, New York, 2000.
- [11]马艳梅, 吴玉鸣, 吴柏钧. 长三角地区城镇化可持续发展综合评价——基于熵值法和象限图法[J]. 经济地理, 2015, 35(6):47-53.
- [12]于忠华, 谢放尖, 李婉嫒, 等. 南京市大气污染减排多维度环境绩效评估[J]. 环境科学与技术. 2016, 39(7):174-178.
- [13]宁佳, 刘纪远, 邵全琴, 等. 中国西部地区环境承载力多情景模拟分析[J]. 中国人口. 资源与环境, 2014, 24(11):136-146.
- [14]王淑兰, 云雅如, 胡君, 等. 情景分析技术在制定区域大气复合污染控制方案中的应用研究[J]. 环境与可持续发展, 2012, 37(4):14-20.
- [15]何璇, 包存宽. 情景分析法在城市环境规划中的应用——以《太仓市城市环境规划》为例[J]. 四川环境. 2013, 32(1):118-123.
- [16]后希康, 高伟, 徐鹏, 等. 流域社会经济增长对山东省东平湖水环境影响评估及优化调控[J]. 湖泊科学, 2014, 26(2):313-321.
- [17]倪珊, 何佳, 牛冬杰, 等. 生态文明建设中不同行为主体的目标指标体系构建[J]. 环境污染与防治, 2013, 35(1):313-321.
- [18]聂法良. 基于生态文明的城市森林多主体协同运营体系构建[J]. 中国海洋大学学报: 社会科学版, 2014(6):75-81.

[19]崔晶, 孙伟. 区域大气污染协同治理视角下的府际事权划分问题研究[J]. 中国行政管理, 2014(9):11-15.

[20]TAPIO P. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the ease of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Journal of Transport Policy, 2005(12):137-151.

[21]赵兴国, 潘玉君, 赵波, 等. 区域资源环境与经济发展关系的时空分析[J]. 地理科学进展. 2011, 30(6):706-714.

[22]郭承龙, 张智光. 污染物排放量增长与经济增长脱钩状态评价研究[J]. 地域研究与开发. 2013, 32(3):94-98.