广西北部湾经济区碳排放时空格局演变研究

韦彩芹，毛蒋兴

（南宁师范大学地理与规划学院，南宁 530199）

摘要：二氧化碳排放增长加剧了全球变暖，推动“双碳”目标的实现成为中国绿色发展的关键，开展二氧化碳的时空特征研究对制定区域差异化低碳策略具有重要意义。首先通过碳排放因子法和夜间灯光数据测算分配得到2000—2022年广西北部湾经济区38个县域单元的碳排放数据，而后采用自然断点法、空间自相关等方法探究广西北部湾经济区县域尺度的碳排放时空演变格局和集聚特征。结果表明：在时间上，2000—2012年广西北部湾经济区碳排放年均增速为12.62%，2013年后年平均增速降至1.67%，碳排放总量总体增速放缓，碳排放强度从2000年的3.07 t/万元下降至2022年的1.11 t/万元，总体呈下降趋势；在空间上，碳排放量高值区由早期高度集中于南宁、北海、钦州等城市核心市辖区，逐步向城市外围地区扩展，碳排放强度格局由“中心高、外围低”变为“中心低、外围高”，反映出区域产业结构调整与能源转型的空间效应。

关键词：广西北部湾；碳排放；时空格局；空间集聚

中图分类号：X321 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)09－0155－09

二氧化碳浓度的持续累积加剧了全球气候变暖，并成为制约人类社会可持续发展的重大问题[1]。开展二氧化碳排放时空特征研究，掌握二氧化碳排放的时空演化规律，对促进区域低碳协调发展，制定差别化的低碳高效发展策略具有重要意义。关于二氧化碳排放时空格局演变特征方面的研究，学者们主要从全国尺度和区域尺度对不同地区的碳排放总量、碳排放强度、碳排放效率进行测量和分析，探讨中国二氧化碳排放的时空变化特征、空间差异和规律。在研究尺度上分有全国尺度和区域尺度，全国尺度涵盖了大区地域系统[2-3]（东、中、西部）、省域[4-5]、市域[6]和县域[7]4个层面的碳排放空间格局演变探究，区域尺度聚焦在城市群（如长江经济带[8-9]、珠三角城市群[2,10]、成渝城市群[11]、黄河流域[12-13]、中原城市群[14]等）、省域（如浙江省[15-16]、湖南省[17]、陕西省[18]、吉林省[19]等）和市域（如重庆市[20]、上海市[21-22]等）3个层面；在研究方法上主要运用了趋势分析（时间序列比较、空间格局演变）、统计与计量（自然断点法[4]）、差异分析（如区域差异分解）和空间分析（标准差椭圆[6]、空间自相关、核密度估计[5]）4种类型的方法进行研究；从研究内容上，学者们从碳排放总量、碳排放强度、碳排放效率、碳排放与经济脱钩关系等角度对不同地区的碳排放格局演变展开研究。综上所述，诸多学者已从国家、区域两个尺度分析了中国二氧化碳排放的时空演变格局特征和空间差异，并取得了丰富的成果。然而，这些研究在研究视角上多聚焦于经济发展水平高的城市群、省域和城市，对发展中的广西北部湾经济区研究不多，尤其细化到广西北部湾经济区县域层面的研究较少；同时，由于县域二氧化碳排放数据集的年限具有一定的滞后性，利用夜间灯光数据分配省级二氧化碳排放数据得到各县域的碳排放数据，能够有效弥补县级单元统计数据不全的不足。

广西北部湾经济区位于中国沿海西南端，由南宁、北海、钦州、防城港、玉林、崇左6市组成，覆盖38个县域，如图1所示。北部湾经济区是国家批复建设的国际区域经济合作区，是中国西部大开发和面向东盟开放合作的重点地区[23]。因此，现从县域尺度出发，首先利用碳排放因子法和夜间灯光数据测算和分配得到2000—2022年广西北部湾经济区县域级的二氧化碳排放数据，而后采用空间

收稿日期：2025-12-24

基金项目：广西科学研究与技术开发项目（14125008-02-27）

作者简介：韦彩芹（2001—），女，广西河池人，硕士研究生，研究方向为城乡规划与城市管理；通信作者毛蒋兴（1976—），男，广西桂林人，博士，教授，研究方向为人文地理学。



审图号:GS(2024)0650 号

图 1　研究区域

自相关等方法分析经济区碳排放总量、碳排放强度的时空演变格局和集聚特征,以期揭示区域内部碳排放演变规律,为区域制定差别化碳减排策略提供参考。

1　数据来源和研究方法

1.1　数据来源

研究所需要的能源消费实物量来自《中国能源统计年鉴》(2001—2023 年)中的“能源平衡表”;夜间灯光数据采用 2000—2022 年新一代跨传感器校正 1992—2022 中国“类 DMSP-OLS”(美国国防气象卫星计划搭载的线性扫描业务系统)夜间灯光遥感数据集[24];经济数据来自《广西统计年鉴》(2001—2023 年)及广西北部湾经济区各地级市统计年鉴(2001—2023 年);广西北部湾经济区研究区域图的行政边界来自国家地理信息公共服务平台(天地图)。

1.2　研究方法

1.2.1　相关性分析

以 2000—2022 年校正后的夜间灯光数据为基础,先计算广西壮族自治区各年度的夜间灯光总强度,再建立夜间灯光强度与能源消费二氧化碳的回归模型,通过线性拟合判断二者之间的定量关系。拟合结果如图 2 所示,线性拟合公式为 $y=0.041\ 9x+1\ 272.925\ 8$,$R^2=0.838\ 3$。由此可见,广西夜间灯光数据与广西能源碳排放拟合效果较好,可作为后续广西北部湾经济区碳排放研究的数据基础。

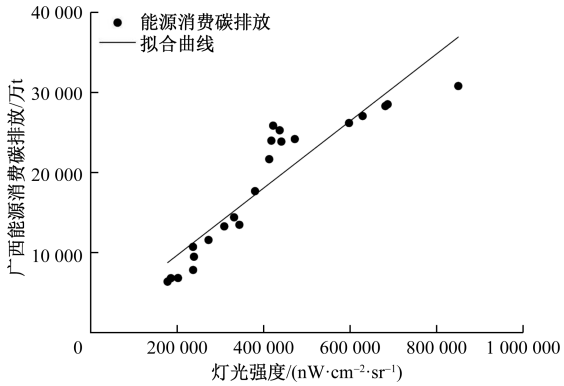


图 2　广西夜间灯光数据和广西能源消费碳排放拟合结果

1.2.2　县域级碳排量测度方法

区域能源消费所产生的二氧化碳排放是区域人为碳排放的主要来源,因此,主要针对化石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放量(以下简称“碳排放量”),选取原煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、天然气、液化天然气 11 种类型能源的消费实物量。所选 11 种能源涵盖煤炭、石油及天然气 3 大化石能源类别,是省级能源消费的主体构成,数据来源稳定可靠,能够全面而可靠地反映区域化石燃料燃烧产生的碳排放情况。由于能源活动方面市县一级无能源平衡表,基于广西夜间灯光数据与能源消费数据之间的拟合模型,利用广西夜间灯光数据分配省级碳排放量获取县域级的碳排放量,计算公式为

$$C_j = \frac{N_j}{N_{广西}} C_{广西} = \frac{N_j}{N_{广西}} \sum_i^n (E_i k_i p_i) \quad (1)$$

式中:C_j 为 j 县(区、市)的二氧化碳排放量;N_j 为 j 县(区、市)的夜间灯光数据;$N_{广西}$ 为广西总的夜间灯光数据;$C_{广西}$ 为广西总的二氧化碳排放量;E_i 为第 i 种能源消费的实物量;k_i 为第 i 种能源的燃料单位热值;p_i 为第 i 种能源的碳排放因子。燃料单位热值和碳排放因子分别取自《综合能耗计算通则》(GB/T 2589—2020)、《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》,见表 1。

表 1　11 种能源的燃料单位热值和碳排放因子

能源类型	燃料单位热值/(kJ·kg^{-1})	碳排放因子/(kg·TJ^{-1})
原煤	20 934	98 300
焦炭	28 470	107 000
原油	41 868	73 300
汽油	43 724	74 100
煤油	431 124	74 100
柴油	42 705	74 100
燃料油	41 868	73 300
液化石油气	50 242	63 100
炼厂干气	46 055	57 600
天然气	35 608.5	56 100
液化天然气	51 498	64 200

1.2.3　空间自相关分析

1)全局自相关

全局自相关莫兰指数 I_G 通过反映空间邻接或邻近的区县单元碳排放的相似或相关程度,来判断广西北部湾经济区的碳排放空间分布模式,具体公式为

$$I_G = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij} \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中:x_i、x_j 分别为地区中 i 地和 j 地的观测值;n 为地区中的区县个数;$\bar{x}$ 为所有空间单元观测值的算术平均值;W_{ij} 为空间权重系数[11]。

2)局部自相关

局部自相关可以进一步识别广西北部湾经济区不同区县碳排放的空间集聚模式,具体公式为

$$I_L = \frac{n(x_i - \bar{x})\sum_{j=1}^{n} W_{ij}(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

输出结果为局部空间关联指标(local indicators of spatial association,LISA)空间聚类图,以空间可视化数据呈现,具体共划分 4 种空间类型:H-H(高-高)集聚、H-L(高-低)集聚、L-H(低-高)集聚、L-L(低-低)集聚[12]。

2　结果分析

2.1　广西北部湾经济区碳排放的时间格局特征

2.1.1　碳排放总量特征

(1)广西北部湾经济区碳排放总量整体呈先快后慢的趋势。广西北部湾经济区碳排放总量总体增速放缓,年增长率由高值波动转向低值波动,如图 3 所示。2000—2022 年广西北部湾二氧化碳排放总量由 2 975 万 t 增至 13 896 万 t,年均增长率为 7.61%。整体来看,广西北部湾碳排放总量可以分为两个阶段:①快速增长阶段 2000—2012 年,全国处于扩张式为主的快速发展阶段[20],广西北部湾碳排放总量增加了 9 069 万 t,碳排放平均增速高达 12.62%,粗放式的发展模式会产生大量的二氧化碳,对生态环境带来严重的影响。②缓慢增长阶段,“十二五”规划提出节能减排的政策,要求优化能源结构,地区开始走内涵式、集约式发展道路[20]。2013—2022 年,碳排放总量有增有减,平均年增速明显放缓,平均增速降至 1.67%,这说明了生态文明优先的发展模式能够有效减少二氧化碳的排放。

(2)超半数的县(区)碳排放总量总体呈上升趋势。由图 4 可知,2000—2022 年广西北部湾各县域碳排放总量变化趋势总体呈上升趋势的共有 23 个县(区),占该区域县域总数的 50%以上;各县(区)碳排放年均增长率范围为−0.87%～15.72%,跨度较大,差异也比较明显。①在碳排放总量变化趋势上,具体可分为逐渐上升、波动上升和先升后降 3 种变化类型。有将近 2/3 的县(区)碳排放变化趋势为逐渐上升;碳排放量呈波动上升趋势的仅有马山、大新 2 个县;碳排放量变化趋势呈先升后降的区(市)有 15 个,其中,钦南区 2015 年的碳排放量为 1 235.69 万 t,位居地区第 1,在 2022 年降至 734.85 万 t。②从年均增长率上看,以广西北部湾碳排放量年均增长率为基线,年均增长率超过 7.61%的为高增长地区,反之为低增长地区,则经济区中有超半数的县(区)属于碳排放量高增长地区。碳排放量高增长地区有 27 个,天等县和隆安县的碳排放年均增长率均超过 15%,分别为 15.72%和 15.14%;低增长的地区有 11 个,海城区的年增长率最低,为−0.87%。

2.1.2　碳排放强度特征

(1)广西北部湾经济区碳排放强度总体呈下降的趋势。广西北部湾经济区 GDP 的增长速度高于

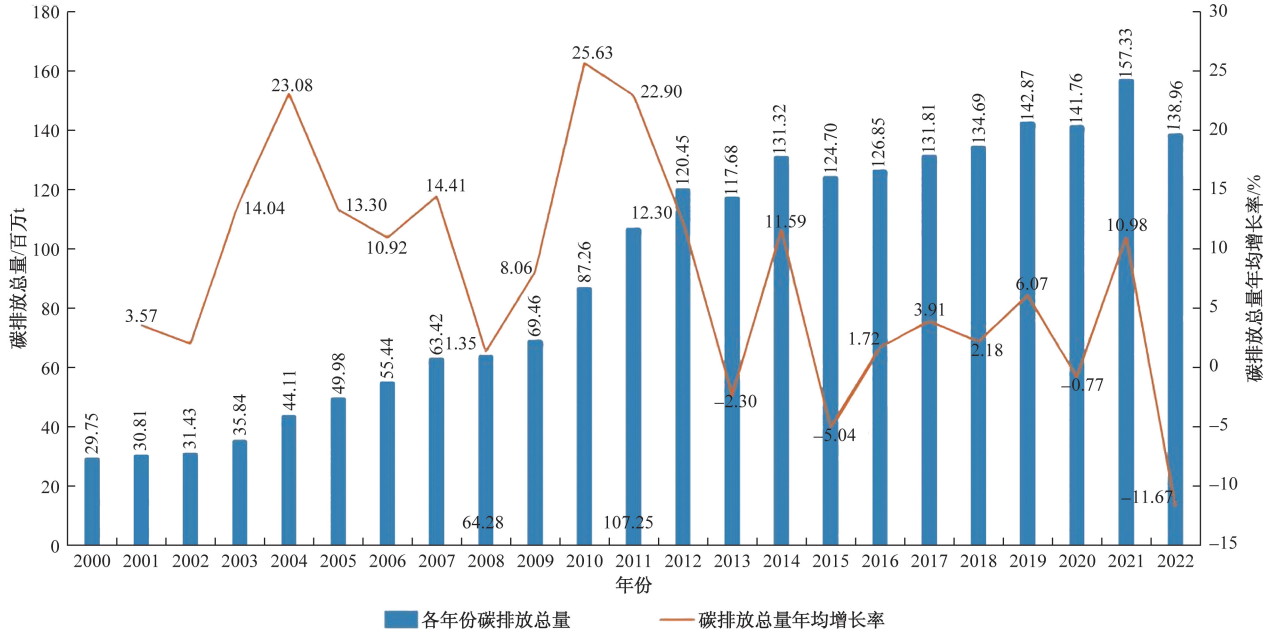


图 3　2000—2022 年广西北部湾碳排放总量及年增长率

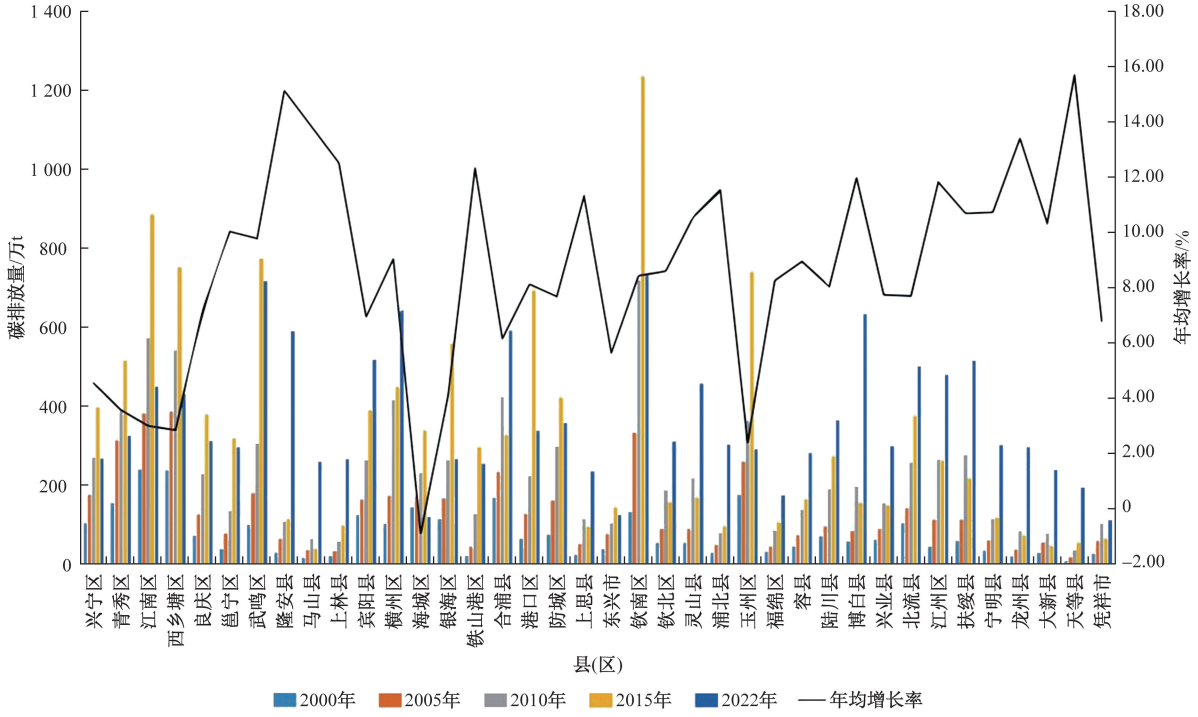


图 4　2000—2022 年广西北部湾经济区各县(区)碳排放量及年均增长率

碳排放总量的增长速度，碳排放强度呈下降的趋势，如图 5 所示。2000—2022 年，广西北部湾经济区碳排放总量由 2 975 万 t 增至 13 896 万 t，年均增长率为 7.61%，而 GDP 的年均增长率为 12.34%，GDP 增长的速度超过碳排放总量的增长速度，而碳排放强度在波动下降，从 2000 年的 3.07 t/万元下降至 2022 年的 1.11 t/万元。可能的原因是地区经济发展并非完全依赖高耗能产业，同样在发展第三产业或其他低耗能产业，如核电产业、风能产业等，从而实现经济增长的同时，并未排放过量的二氧化碳，碳排放强度逐渐下降。

(2)超半数的县(区)碳排放强度总体呈下降趋势。由图 6 可知，2000—2022 年广西北部湾各县域碳排放强度变化趋势总体可分为总体下降和先降后

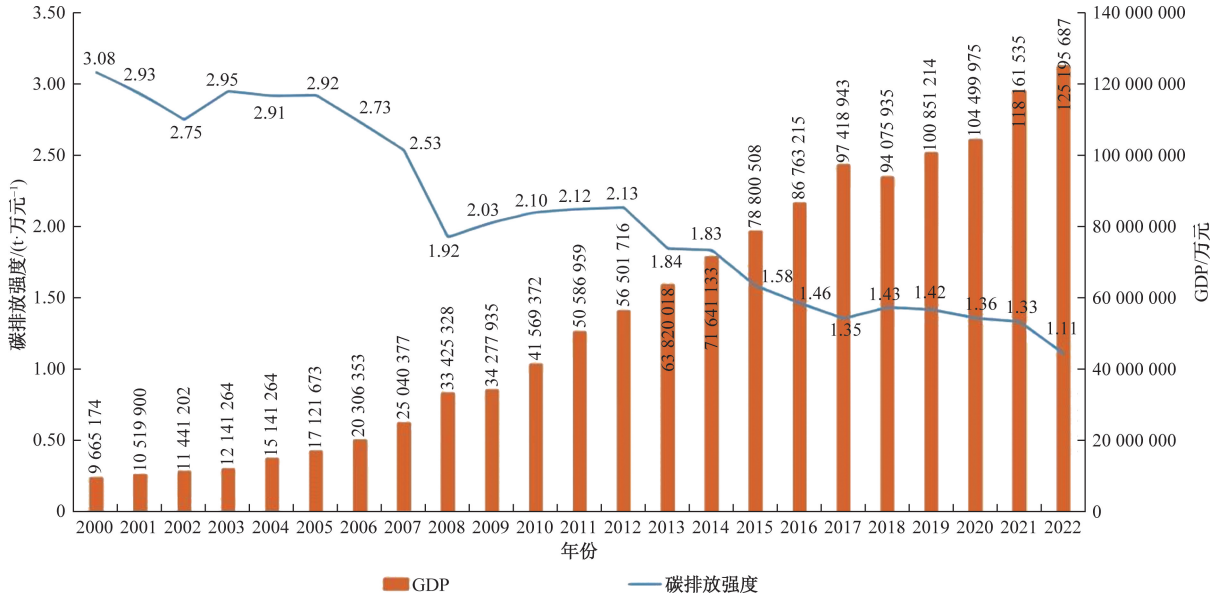


图 5　2000—2022 年广西北部湾经济区 GDP 和碳排放强度

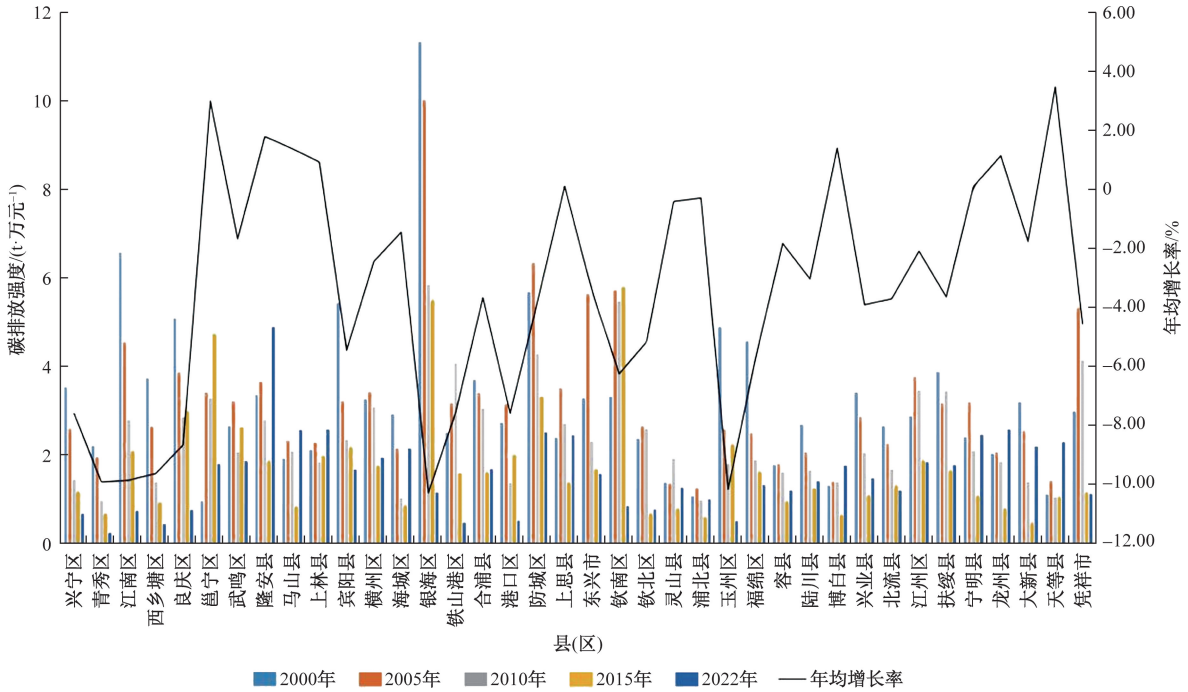


图 6　2000—2022 年广西北部湾经济区各县(区)碳排放强度及年均增长率

升 2 种类型,年均增长率范围为−10.27%～3.47%,整体处于负增长和低值增长状态。①共有 23 个县(区)的碳排放强度总体呈下降趋势,与广西北部湾经济区整体的碳排放强度趋势一致,年均增长率多处于负增长状态。其中,银海区的碳排放强度下降幅度最大,从 2000 年的 11.34 t/万元下降至 2022 年的 1.16 t/万元,年增长率为−10.27%,意味着银海区经济增长对能源消费的依赖性下降。②碳排放强度呈先降后升趋势的县(区)有 15 个,年均增长率有正有负。其中,隆安县、马山县、上林县、龙州县、天等县、博白县等 6 个县的碳排放强度在 2000—2015 年逐渐降低后,在 2022 年升高,年均增长率均为正。

2.2　广西北部湾经济区碳排放的空间格局特征

2.2.1　空间变化特征

1)碳排放总量空间特征

2000—2022 年,广西北部湾经济区总体呈现“市辖区高,外围区低”的空间特征。利用自然断点法将 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2022 年

广西北部湾碳排放数据分为 4 级(高、次高、次低、低碳排放区),如图 7 所示。①高碳排放区分布范围由地级市市辖区向外围扩大,且数量逐渐增多。2000—2015 年,高碳排放区主要分布在各地级市的市辖区和经济发展相对较好的地区,数量从 2000 年的 4 个县区增至 2015 年的 6 个县区;2022 年高碳排放区向外围地区扩展,包括武鸣区、隆安县、横州市、钦南区、合浦县和博白县 6 个县区(市)。②低碳排放区多分布在地级市外围地区,分布稳定且增加后骤减。2000—2015 年,低碳排放区数量逐渐增加,由 2000 年的 7 个县区增至 2010 年的 16 个县区,多分布在城市外围地区;2022 年低碳排放区数量骤减至 4 个县区,包括天等县、凭祥市、福绵区、东兴市,同样分布在外围地区。

2)碳排放强度空间特征

由图 8 可知,2000—2022 年,广西北部湾经济区碳排放强度总体呈现由“市辖区高,外围区低”变为“市辖区低,外围区高”的空间变化特征。①碳排放强度高值区由城市市辖区转移至外围地区,数量逐渐增加。2000 年高碳排放强度区仅有银海区 1 个区;2005 年高碳排放强度区数量增加至 5 个,包括凭祥市、防城区、东兴市、钦南区、银海区;2010 年数量保持不变;2022 年高碳排放强度区增加至 7 个县,即隆安县、马山县、上林县、龙州县、宁明县、上思县、防城区。②碳排放强度低值区分布从城市外围地区转移至市辖区。2000 年低碳排放强度区主要分布在地级市外围地区,共有 10 个县(区);2010 年低碳排放强度区开始向市辖区扩展,包括西乡塘区、兴宁区、西乡塘区;而 2022 年低碳排放强度区数量集中分布在地级市市辖区,包括西乡塘区、兴宁区、青秀区、江南区、良庆区、钦北区、钦南区、港口区、铁山港区和玉州区。

2.2.2　空间集聚特征

2000—2022 年,广西北部湾经济区县域碳排放量的空间集聚程度逐渐降低,空间集聚类型以高高集聚为主,主要分布在地级市市辖区。借助 ArcGIS 软件中的空间自相关分析工具,得到 2000—2022 年广西北部湾经济区县域碳排放 Moran’s I 指数(表 2)。2000—2022 年广西北部湾经济区县域碳排放 Moran’s I 值经历了“逐渐下降”的过程,由 2000 年的0.248 042降至 2022 年的0.025 545,说明广西北部湾经济区县域碳排放量的空间自相关性逐渐减弱,空间集聚程度也逐渐降低。

通过局部空间自相关分析(图 9)发现,2000—2022 年广西北部湾经济区县域碳排放空间集聚类型以“高-高”集聚为主,大部分地区在空间上表示为

表 2　2000—2022 年广西北部湾经济区的碳排放量空间自相关结果

年份	Moran’s I 指数	Z-score	P
2000	0.248 042	2.481 255	0.013 092
2005	0.233 106	2.348 808	0.018 834
2010	0.178 585	1.874 185	0.060 905
2015	0.106 656	1.220 278	0.222 360
2022	0.025 545	0.465 950	0.641 251

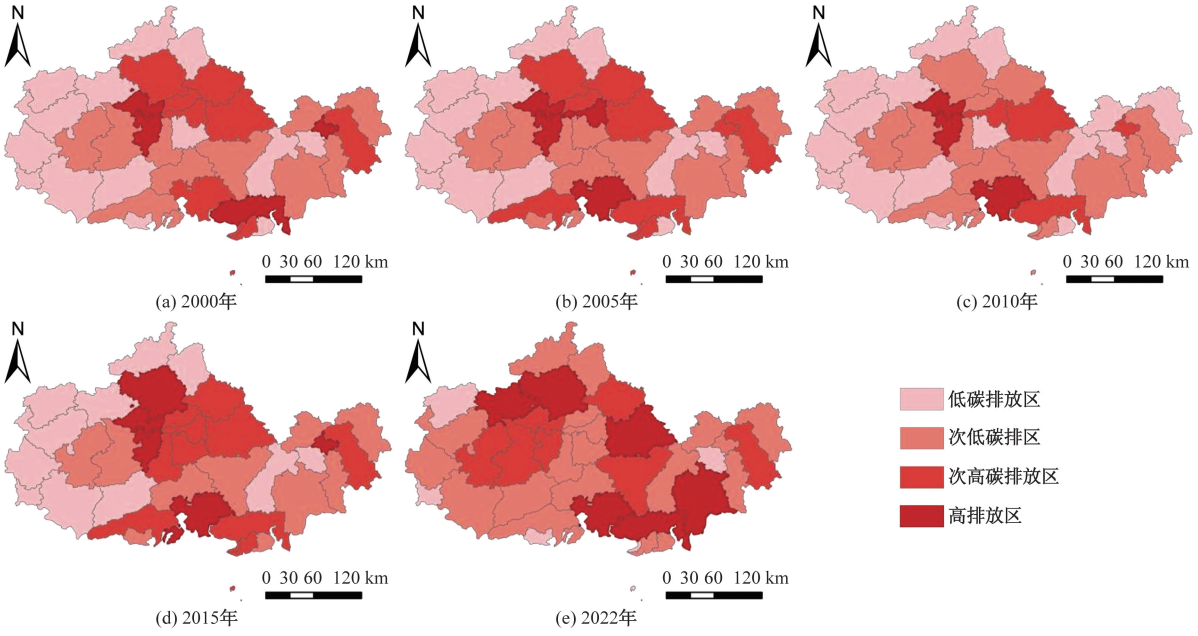


图 7　2000—2022 年广西北部湾经济区碳排放量空间分布

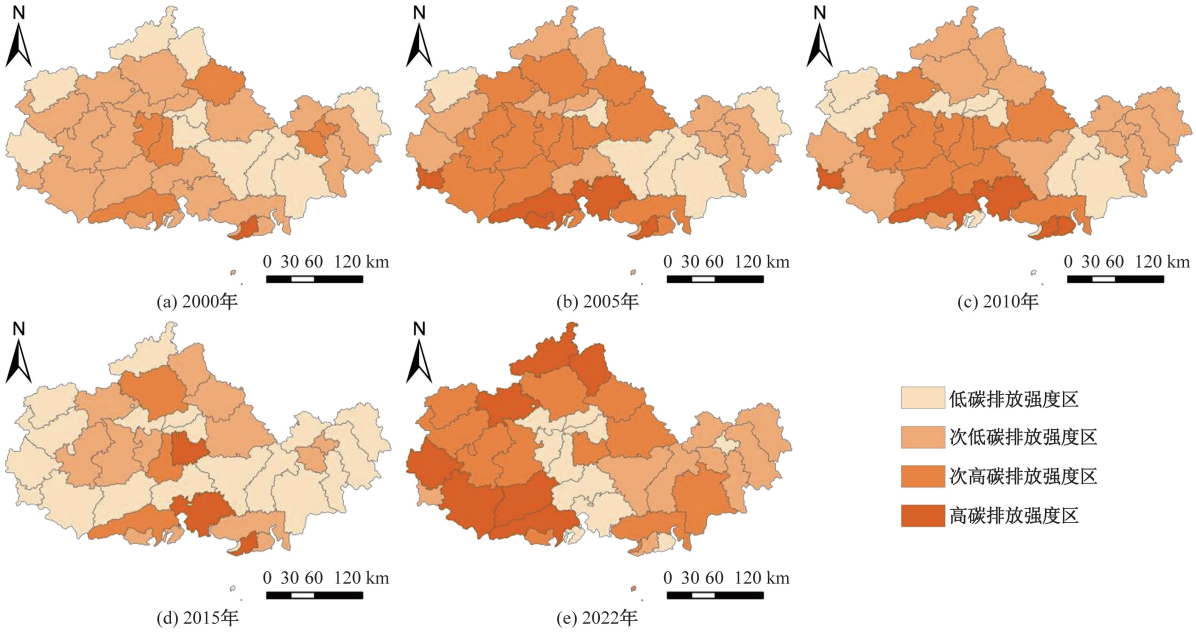


图 8　2000—2022 年广西北部湾经济区碳排放强度空间分布

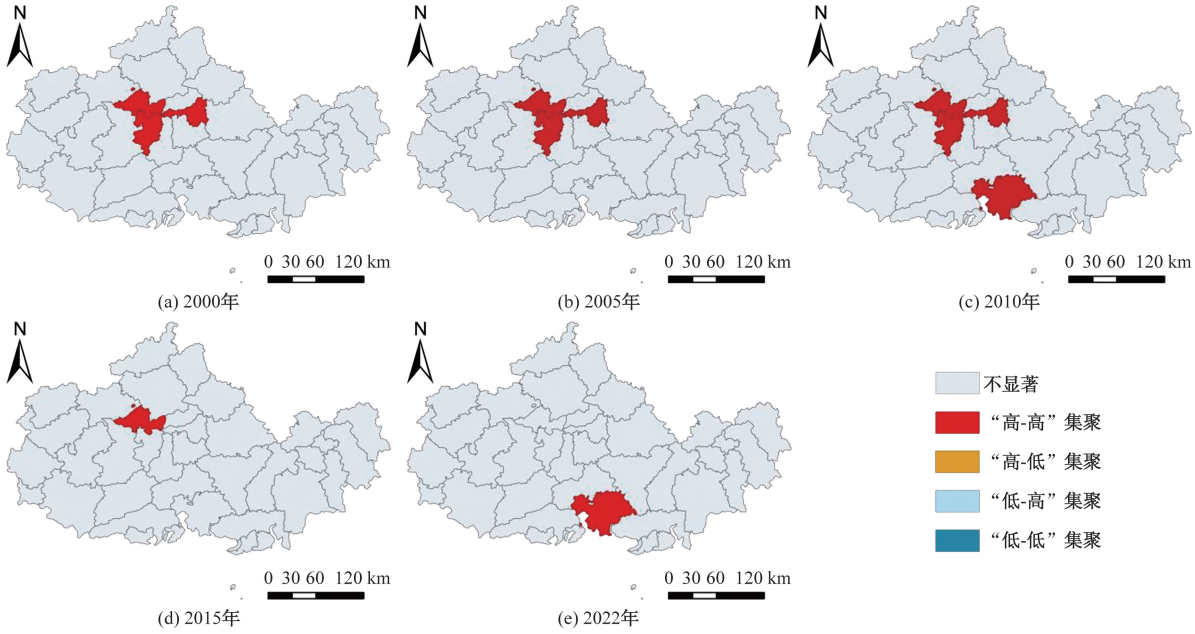


图 9　2000—2022 年广西北部湾经济区碳排放量空间集聚

非显著。碳排放“高-高”集聚区呈现出明显的空间转移与范围变化特征。2000 年和 2005 年“高-高”集聚区分布在南宁市辖区,包括西乡塘区、江南区和青秀区,2010 年向钦州市钦南区扩展,2015 年缩减至南宁市西乡塘区,2022 年“高-高”集聚区转移至钦州市钦南区。由此可知:①碳排放核心区始终集中于各地级市的市辖区,这体现城市化、工业化核心区是广西北部湾经济区碳排放的主要排放源,这类地区的发展模式对区域碳排放格局具有重要影响;②广西北部湾经济区未来碳减排的重点应重视钦州等沿海临港工业核心区的绿色低碳转型,通过优化临港产业体系、强化清洁能源供应、发展循环经济等措施,遏制碳排放高集聚区的进一步强化。同时,需建立跨市域的碳排放协同管控机制,推动区域整体迈向高质量、低碳化发展。

3　结论与讨论

3.1　结论

(1)在时间维度上,广西北部湾经济区碳排放

总量增速放缓的变化趋势，与“十二五”以来国家大力推进节能减排政策的时期相匹配；同时，经济区GDP增长的速度超过碳排放总量的增长速度，碳排放强度总体呈下降趋势，广西北部湾经济增长对能源消费的依赖程度降低，表明经济增长与碳排放初步“脱钩”。

(2)在空间格局上，广西北部湾经济区碳排放量高值区早期集中在南宁、北海、钦州等城市的核心市辖区，并逐步向城市外围地区扩展，以及碳排放强度呈现由“中心高、外围低”变为“中心低、外围高”的空间变化特征，能够反映重化工业由中心向外围迁移的空间轨迹，以及外围地区面临经济增长与减排降碳的双重压力。碳排放高-高集聚区由南宁市辖区向钦州市钦南区的转移，映射出南宁市产业升级与钦州市“大港口、大工业”战略所引领的区域政策变化。

3.2 讨论

采用碳排放因子法结合使用夜间灯光数据测算和分配得到2000—2022年广西北部湾经济区县域二氧化碳排放数据，有效解决了经济区县域级能源消费数据缺失的问题，确保了县域级碳排放量的连续性和完整性。从时序演变来看，经济区碳排放总量增速放缓和碳排放强度下降的变化趋势，与已有研究中中国省域碳排放演变结果[4,25]相似，一定程度上印证该结果的可信度。在空间格局方面，经济区碳排放呈现的“中心-外围”演变特征与其他经济区、城市群[11-12]存在差异，这可能是因为区域间自然资源条件、区域发展战略和经济发展阶段的不同。

同时，研究仍存在一些不足：①碳排放核算仅包含能源消费部门，未计算工业生产、农业生产、废弃物等碳排放源，未来需构建更全面的碳排放清单；②只聚焦于碳排放的时空格局演变研究，为进一步掌握区域碳平衡状况，后续应增加碳汇、碳平衡等方面的研究，从而为区域制定更系统、因地制宜的低碳发展路径提供支撑。

参考文献

[1] 秦大河. 气候变化科学与人类可持续发展[J]. 地理科学进展，2014，33(7)：874-883.

[2] 王永阳，蔡宴朋，张盼. 珠三角城市群净碳排放与经济发展脱钩效应及其驱动力[J]. 生态学报，2025，45(3)：1303-1314.

[3] 谭丹，黄贤金. 中国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析及比较[J]. 中国人口·资源与环境，2008(3)：54-57.

[4] 王瑛，何艳芬. 中国省域二氧化碳排放的时空格局及影响因素[J]. 世界地理研究，2020，29(3)：512-522.

[5] 廖聪聪，郝泷，崔玉环，等. 2000-2019年中国能源消费碳排放时空特征研究[J]. 大气与环境光学学报，2024，19(4)：440-455.

[6] 王少剑，黄永源. 中国城市碳排放强度的空间溢出效应及驱动因素[J]. 地理学报，2019，74(6)：1131-1148.

[7] 刘华军，邵明吉，吉元梦. 中国碳排放的空间格局及分布动态演进：基于县域碳排放数据的实证研究[J]. 地理科学，2021，41(11)：1917-1924.

[8] 平智毅，吴学兵，吴雪莲. 长江经济带碳排放效率的时空差异及其影响因素分析[J]. 生态经济，2020，36(3)：31-37.

[9] 吴一帆，许杨，唐洋博，等. 长江经济带二氧化碳净排放时空演变特征及脱钩效应[J]. 环境科学，2023，44(3)：1258-1266.

[10] 胡景心，沙青娥，刘慧琳，等. 珠江三角洲二氧化碳源汇演变特征及驱动因素[J]. 环境科学，2023，44(12)：6643-6652.

[11] 王子钒，蔡雨微，罗仕伟，等. 成渝城市群碳排放时空趋势特征及影响因素分析[J]. 环境科学与技术，2023，46(4)：205-215.

[12] 莫惠斌，王少剑. 黄河流域县域碳排放的时空格局演变及空间效应机制[J]. 地理科学，2021，41(8)：1324-1335.

[13] 孙燕芳，张园园，赵怡. 黄河流域城市群碳排放效率空间关联网络结构及其影响因素[J]. 经济地理，2025，45(7)：77-84，107.

[14] 刘玉珂，金声甜. 中部六省能源消费碳排放时空演变特征及影响因素[J]. 经济地理，2019，39(1)：182-191.

[15] 祁慧博，沈欣懿，龙飞，等. 浙江省县域碳排放的时空格局与影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境，2023，32(4)：821-831.

[16] 蓝皓新，徐军. 浙江省县域碳排放时空格局及影响因素研究[J]. 地理空间信息，2024，22(10)：5-8，112.

[17] 周航，赵先超. 县域尺度下湖南省碳排放空间分异特征与影响因素[J]. 地球科学与环境学报，2024，46(2)：196-210.

[18] 宋宏，秦嫣，曹君丽，等. 资源禀赋视角下的陕西省能源消费碳排放时空分异研究[J]. 环境科学学报，2025，45(9)：457-469.

[19] 高嚣，梁仕龙，姜雪. 基于夜间灯光数据的县域碳排放空间关联网络特征研究：以吉林省为例[J]. 环境科学学报，2024，44(9)：414-426.

[20] 孙秀锋，施开放，吴健平. 县级尺度的重庆市碳排放时空格局动态[J]. 环境科学，2018，39(6)：2971-2981.

[21] 朱玲，张真. 上海市碳排放强度的影响因素解析[J]. 环境科学研究，2011，24(1)：20-26.

[22] 张东海. 基于EKC理论的碳排放和经济发展脱钩效应研究：以上海为例[J]. 煤炭经济研究，2025，45(11)：191-197.

[23] 张云. 广西北部湾经济区资源环境与社会经济发展研究

[M]. 北京:经济科学出版社,2019.

[24] WU Y, SHI K, CHEN Z, et al. Developing improved time-series DMSP-OLS-like data (1992-2019) in China by integrating DMSP-OLS and SNPP-VIIRS[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2021, 60: 1-14.

[25] 严亚磊,陆枭麟. 中国省域碳平衡与碳排放脱钩的空间格局优化[C]//人民城市,规划赋能:2022 中国城市规划年会论文集(14 区域规划与城市经济). 南京:江苏省规划设计集团城规院,2023:1491-1500.

Research on Spatial-temporal Pattern Evolution of Carbon Emissions in Beibu Gulf Economic Zone of Guangxi

WEI Caiqin, MAO Jiangxing

(School of Geography and Planning, Nanning Normal University, Nanning 530199, China)

Abstract: The increase in carbon dioxide emissions exacerbates global warming, and promoting the achievement of the dual carbon goal has become the key to China's green development. Research on the spatial-temporal characteristics of carbon dioxide is of great significance for formulating regionally differentiated low-carbon strategies. The carbon emission data for 38 county-level units in the Beibu Gulf Economic Zone of Guangxi from 2000 to 2022 were calculated and distributed using the carbon emission factor method and nighttime light data. Then, Natural Breaks Method, spatial auto-correlation and other methods were used to explore the spatial-temporal evolution pattern and agglomeration characteristics of carbon emissions at the regional scale of the Beibu Gulf Economic Zone in Guangxi. The findings are as follows. In terms of time, the average annual growth rate of carbon emissions in the Beibu Gulf Economic Zone was 12.62% from 2000 to 2012, but dropped to 1.67% after 2013, leading to an overall slowdown in total carbon emissions growth. The carbon emission intensity has decreased from 3.07 tons per ten thousand yuan in 2000 to 1.11 tons per ten thousand yuan in 2022, indicating a general downward trend. Spatially, high carbon emission areas that previously concentrated in the core districts of cities like Nanning, Beihai, and Qinzhou have gradually expanded to surrounding urban areas. The pattern of carbon emission intensity has changed from "high in the center, low in the periphery" to "low in the center, high in the periphery", reflecting the spatial effects of regional industrial structure adjustments and energy transitions.

Keywords: Beibu Gulf Economic Zone of Guangxi; carbon emissions; spatial-temporal pattern; spatial agglomeration