

唐本红,王荷兰,凌俐嘉. 2010—2020 年广西温室气体排放变化及减排路径分析[J]. 气象研究与应用, 2022, 43(4): 121–127.

Tang Benhong, Wang Helan, Ling Lijia. Analysis of changes in greenhouse gas emissions and emission reduction pathways in Guangxi from 2010 to 2020[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2022, 43(4): 121–127.

2010—2020 年广西温室气体排放变化及减排路径分析

唐本红¹, 王荷兰², 凌俐嘉³

(1. 广西壮族自治区环境保护科学研究院, 南宁 530022; 2. 清华大学深圳国际研究生院, 广东 深圳 518055;

3. 广西电力职业技术学院, 南宁 530022)

摘要: 基于 2010—2020 年广西历年温室气体排放清单报告, 分析广西能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理、土地利用变化和林业五大领域的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和含氟气体等温室气体的排放情况, 并探究广西的减排潜力与减排路径。结果表明, 优化能源结构、调整产业结构、提升林业碳汇是实现广西减排的关键路径; 应严格控制煤炭消费量, 大力发展非化石能源; 控制第二产业的二氧化碳排放, 大力发展高新技术产业和第三产业; 增加森林的碳汇量, 提升生态系统的固碳能力。

关键词: 温室气体; 排放变化; 减排路径; 广西

中图分类号: X321

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2022.4.20

前言

据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC) 2021 年第六次评估报告(AR6)显示, 地球表面年均温度在 19 世纪至 21 世纪的近 200a 间升高了约 1 至 1.5℃, 这种升温趋势是过去 2000a 来前所未有的^[1]。全球变暖会导致海平面上升^[2]、淹没沿海土地^[3]、极端天气发生频率增加^[4]等一系列负面效应。积极应对气候变化, 控制和缓减温室气体排放刻不容缓。国际和国内对缓减温室气体排放、促进全球可持续发展给予了高度的重视, 制定了一系列减排措施。2015 年, 第 21 届联合国气候变化大会(COP21)上通过了《巴黎协定》, 提出将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2℃以内, 并努力将温度上升幅度限制在 1.5℃以内的长期目标。2020 年 9 月, 习近平主席在第七届联合国大会一般性辩论上宣布, “中国将提高国家自主贡献力度, 采取更加有力的政策和措施, 二氧化碳排放力争 2030 年前达到峰值, 努力争取 2060 年前实现碳中和”^[5]。

广西在应对气候变化、推进双碳工作有序开展、经济社会绿色低碳转型方面制定了一系列措施, 取

得了显著成效。“十三五”以来, 广西淘汰落后钢铁产能 42 万吨, 实施清洁生产等工业绿色发展项目 379 项, 推进农村沼气、太阳能等可再生能源工程建设, 新增可再生能源 930 万千瓦, 2018—2020 年实现清洁能源全额消纳, 完成公共建筑节能改造面积 1050hm², 增加节能民用建筑面积 2.62×10⁴hm²^[6]。2021 年, 广西创建自治区级绿色园区 5 个、绿色工厂 26 个, 及时识别剔除 69 个拟建高耗能、高排放项目。2022 年, 广西将继续推动双碳工作发展, 倡导“减污、降碳、优生态”, 积极参与全国碳排放权交易市场建设, 推进实施高耗能行业改造, 建设防城港、贵港、梧州、百色、玉林国家资源综合利用基地和梧州国家绿色产业示范基地, 创建 3 个以上绿色园区、20 家以上绿色工厂^[7]。未来, 广西仍将积极主动地应对气候变化, 深入贯彻习近平生态文明思想, 落实新发展理念。

2020 年 12 月, 国家主席习近平在气候雄心峰会上发表讲话宣布, 2030 年二氧化碳排放达到峰值, 单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上, 非化石能源占一次能源消费比重达到 25%左右, 森林蓄积量比 2005 年增加 60 亿立方米

收稿日期: 2022-08-07

作者简介: 唐本红(1971—), 女, 本科, 工程师, 主要从事环境与气候变化管理工作。E-mail: tangbenhong108@163.com

左右;2060年前实现碳中和。这意味着中国未来将面临更为严格的碳排放约束,而碳排放目标制定与考核、碳交易市场建立都需要完备的数据支撑,都离不开温室气体清单这项基础工作。广西2010年以来,按照国家要求,坚持编制年度温室气体清单,资料数据比较齐全。通过研究广西温室气体排放清单,分析广西温室气体排放源、排放水平变化、影响排放水平变化主要因素和减排潜力,可以清晰地掌握广西温室气体排放结构和组分,辨识温室气体排放量及其排放特征,预测未来温室气体排放情景,进而确定减排目标,制定降碳任务和行动计划,提出并实施切实有效的温室气体减排政策措施,将有助于提升

广西应对气候变化能力,有助于推动广西向低碳化方向发展,有助于实现碳达峰碳中和愿景目标。

1 资料与方法

本研究基于广西历年温室气体排放清单报告^[8-18],分析2010—2020年广西能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理、土地利用变化和林业五大领域二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)、含氟气体等温室气体的排放情况,预测温室气体排放变化,并探究广西碳减排潜力、碳减排路径及对策措施。研究框架图如图1所示。

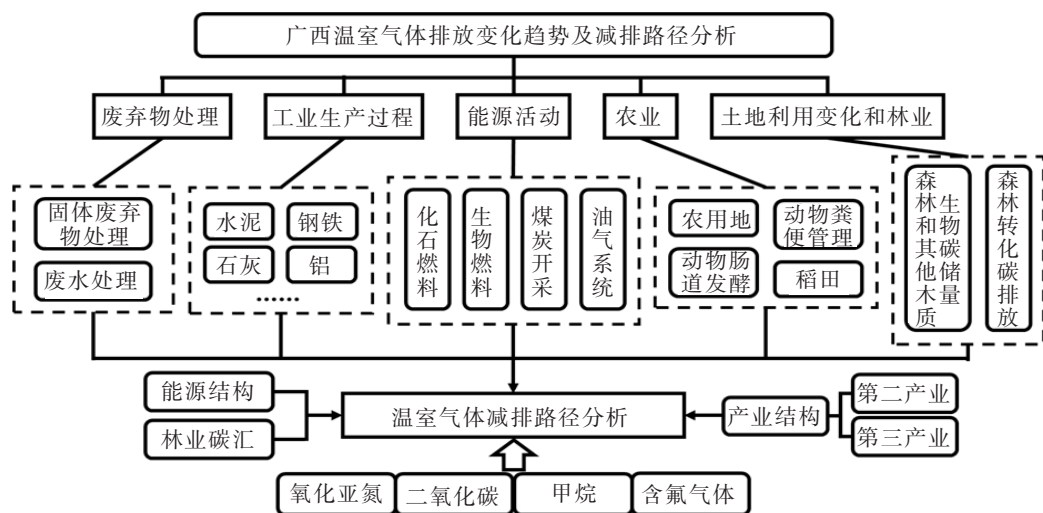


图1 研究框架图

2 结果与分析

2.1 广西温室气体排放变化趋势分析

2.1.1 温室气体排放总量变化

根据历年广西温室气体排放清单报告绘制得2010—2020年广西温室气体排放总量变化图(图2),其中排放量的单位为万吨二氧化碳当量,为统一度量不同温室气体的温室效应,常常根据各温室气体的增温潜势折算为二氧化碳当量,以计算全部温室气体的排放量^[19]。据历年温室气体清单,广西温室气体排放可分为包括土地利用变化和林业的温室气体净排放,以及不包括土地利用变化和林业温室气体吸收汇的温室气体总排放量。由图可知,2010—2020年不包括土地利用和林业的广西温室气体总排放量基本呈上升趋势,由2010年的 2.47×10^{11} kg

二氧化碳当量增加到2020年的 3.23×10^{11} kg二氧化碳当量,增加了约30.7%,年均增速为2.8%。而包括土地利用变化和林业的净温室气体排放量基本呈先增加后下降的趋势,2010—2018年净温室气体排放量增加,由2010年的 2.38×10^{11} kg二氧化碳当量增加到2018年的 2.71×10^{11} kg二氧化碳排放当量,2019年降低到 2.34×10^{11} kg二氧化碳排放当量,2020年排放量略有上升,回复到2010年净排放量相当水平,年均增速为0.4%。从排放增长率来看,历年来包括与不包括土地利用变化和林业的排放增长率变化趋势大致相同,基本呈现先降低后增加再降低,至2020年又回升的趋势,其中2014和2019年增长率小于0。总体来看,2010—2018年广西温室气体排放总量逐年增加,但增长率逐年放缓,2019年全区温室气体净排放量大幅下降,降碳工作取得良好成效,

2020年温室气体排放总量略有回升,基本维持良好成效。

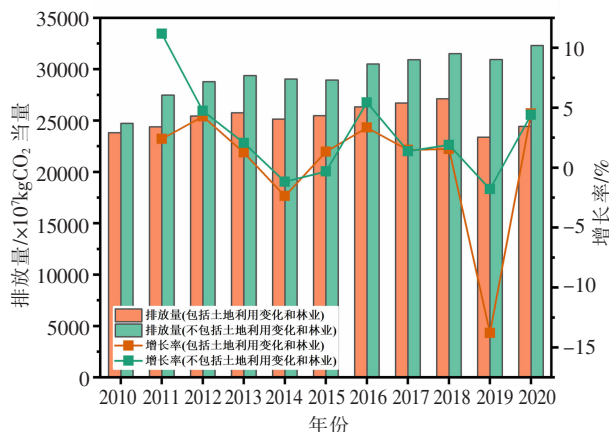


图2 广西2010—2020年温室气体排放总量变化图

2.1.2 各种类温室气体排放量变化

据历年广西温室气体排放清单报告绘制得2010—2020年广西二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、含氟气体四种温室气体排放量占比图(图3),各温室气体排放量不包括土地利用变化和林业的碳吸收量。由图可知,2010—2020年各温室气体排放总量由大到小排序为二氧化碳>甲烷>氧化亚氮>含氟气体,其中二氧化碳排放量呈先上升后下降再上升的变化趋势,年均增长率约为3.8%,二氧化碳排放量占温室气体排放总量的比重逐年上升,年均比重约为79.4%,2020年二氧化碳排放量占温室气体总排放量比重最大,为84.4%;2010—2020年甲烷排放量呈先上升后下降趋势,占温室气体排放总量的比重逐年下降,年均比重约为10.9%,2020年甲烷排放量占温室气体总排放量比重最小,为7.9%;2010—

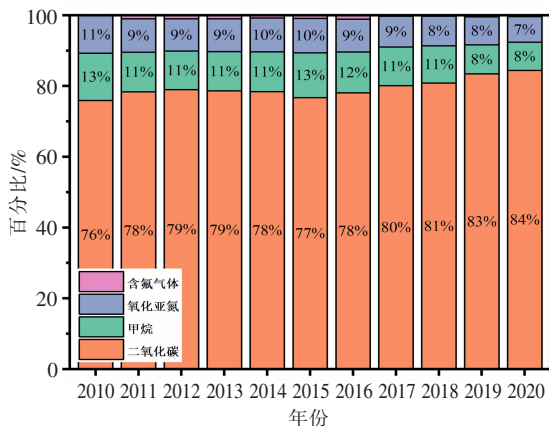


图3 广西2010—2020年各种类温室气体排放量占比图(不含土地利用变化和林业)

2020年氧化亚氮排放量呈先上升后下降趋势,占温室气体排放总量的比重逐年下降,年均比重约为9.0%,2020年氧化亚氮排放量占温室气体总排放量比重最小,为7.2%;2010—2020年含氟气体排放量占温室气体排放总量的比重最低,年均比重约为0.7%。

2.1.3 各领域温室气体排放量变化

据历年广西温室气体排放清单报告绘制得广西2010—2020年能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理、土地利用变化和林业五大领域的温室气体排放堆积图(图4)。由图可知,广西历年来各领域温室气体排放源排放量中,能源活动导致的温室气体排放量最大,约占总排放量的62.3%,历年排放量基本呈上升趋势,年均增长率约为3.2%,其中2020年能源活动导致的温室气体排放占总排放量的比例最大,为65.7%;2010—2020年广西工业生产过程导致的温室气体排放位于第二位,约占总排放量的18.8%,历年排放量呈上升趋势,年均增长率约为5.0%;农业导致的温室气体排放位于第三位,约占总排放量的16.0%,历年排放量呈先上升后下降趋势;废弃物处理导致的温室气体排放最小,约占温室气体总排放量的2.9%;2010—2020年土地利用变化和林业导致的碳吸收量呈快速增长趋势,吸收量占温室气体排放总量的比例呈上升趋势,其中2020年土地利用变化和林业导致的碳吸收量占温室气体排放总量的24.4%,2011年森林覆盖率和林木蓄积量分别增长4.3%和3.3%,2019年统计数据来源和统计方法发生变化,故两年的碳吸收量快速增加,增长率分别为243.8%和72.3%,其余年份的碳吸收量增长率约为5.0%。

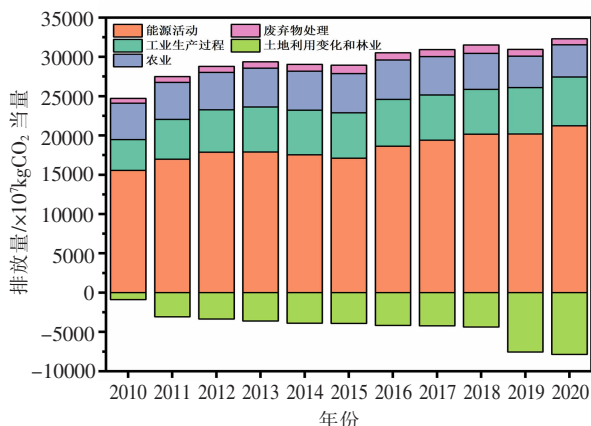


图4 广西2010—2020年各领域温室气体排放量堆积图

2.1.4 能源活动温室气体排放变化

能源活动导致的温室气体排放是广西温室气体最大的排放源,约占总排放量的 62.3%。据历年广西温室气体排放清单报告可知,2010—2020 年广西能源活动排放的温室气体呈先上升后下降再上升趋势,能源活动温室气体排放量由 2010 年的 $1.55 \times 10^{11} \text{kg}$ 二氧化碳当量增长到 2020 年的 $2.12 \times 10^{11} \text{kg}$ 二氧化碳当量,增长了 36.6%,其中 2015 年能源活动导致的温室气体排放量下降较快主要是由于 2015 年煤炭消费总量($4.49 \times 10^{10} \text{kg}$ 标准煤)较 2014 年($5.03 \times 10^{10} \text{kg}$ 万吨标准煤)下降了 10.6%,2015 年水电及其他能源消费量($3.51 \times 10^{10} \text{kg}$ 标准煤)较 2014 年($2.9 \times 10^{10} \text{kg}$ 标准煤)上升了 21.1%^[20],故化石燃料燃烧导致的温室气体排放有较大减少。能源活动温室气体排放中化石燃料燃烧导致的温室气体排放量最大,约占能源活动总温室气体排放量的 98.9%,其排放量变化趋势与能源活动排放量变化趋势大致相同,年均增长率约为 3.6%;生物质染料、煤炭开采和油气系统占能源活动总温室气体排放量的比重较小,分别约为 0.4%、0.3%和 0.4%。

2.1.5 工业生产过程温室气体排放变化

工业生产过程导致的温室气体排放在广西温室气体排放各领域中排名第二,约占总排放量的 18.8%,仅次于能源活动排放的温室气体量。据广西历年温室气体排放清单报告可知,除 2014、2017、2018 年工业生产过程的温室气体排放量略有下降外,其余年份的排放量呈上升趋势,年均增长率约为 5.0%;工业生产过程导致的温室气体排放主要来源于水泥生产,约占总工业生产过程温室气体排放的 70.3%,其排放历年变化趋势与总工业生产过程排放基本一致,年均增长率约为 3.7%;其次为石灰、钢铁生产导致的排放,约占工业生产过程总排放量的 14.3%和 10.3%,年均增长率分别约为 12.6%和 10.9%,其中钢铁生产的排放量逐年增加,2010—2017 年石灰生产的排放量逐年增加,2018 年后由于小石灰窑关停政策的实施,石灰排放量逐渐稳定在 $8.5 \times 10^9 \text{kgCO}_2$ 当量左右;其余电石、硝酸、铝、电力设备、半导体生产过程导致的温室气体排放在总工业生产过程排放量中所占的比重较小,分别约为 0.4%、1.0%、3.3%、0.02%和 0.00%。

2.1.6 农业活动温室气体排放变化

农业活动导致的温室气体排放量约占广西总温室气体排放量的 16.0%,仅次于能源活动和工业生

产过程排放的温室气体量,据历年广西温室气体排放清单报告可知,2010—2016 年农业活动导致的温室气体排放量呈上升趋势,2017 年后农业活动导致的温室气体排放量大幅下降,2019 年后降低到 $4.0 \times 10^{10} \text{kg}$ 二氧化碳当量左右。农业活动导致的温室气体排放主要来自农用地的排放量,约占总排放量的 44.5%,其变化趋势与总农业活动排放变化趋势大致相同,呈先增加后降低趋势;稻田、动物肠道发酵和动物粪便管理导致的温室气体排放分别约占总农业活动排放量的 22.3%、17.7%和 15.6%。

2.1.7 废弃物处理温室气体排放变化

废弃物处理过程导致的温室气体排放量约占温室气体总排放量的 2.9%,据历年广西温室气体排放清单可知,2010—2015 年,广西废弃物处理产生的温室气体排放量逐年增加,2011—2014 年,废水处理产生的温室气体是废弃物处理温室气体排放的主要来源,约占总排放量的 50%~60%;2015 年至 2020 年,除 2018 年废弃物处理导致温室气体排放量较高之外,其主要原因为当年废水处理排放的温室气体量较大,其余年份的废弃物温室气体排放量逐年降低,其中固体废弃物处理导致的温室气体排放取代废水处理的排放,成为废弃物处理温室气体排放的主要来源,2015 年后固体废弃物排放的温室气体量变化不大,稳定在 $6.0 \times 10^9 \text{kgCO}_2$ 当量左右,废水处理导致的温室气体排放量除 2018 年较高之外,其余年份的排放量及排放占比均逐渐降低。

2.1.8 土地利用变化和林业温室气体排放变化

森林和其他木质生物质碳储量变化包括活立木、竹林、经济林、灌木林生成的碳吸收及森林资源消耗引起的温室气体排放,森林转化碳排放包括森林转化为非林地引起的温室气体排放。据历年广西温室气体排放清单报告可知,2010—2020 年土地利用变化和林业吸收的温室气体量逐年增加,其中森林和其他木质生物质碳储量变化为负值,导致碳的吸收,而森林转化碳排放为正值,导致碳的排放,森林和其他木质生物碳储量变化以及森林转化碳排放均呈逐年增加的趋势,其中森林转化碳排放的年均增长率约为 3.1%,对土地利用变化和林业温室气体排放影响较小;森林和其他木质生物质碳储量变化的年均增长率约为 33.1%。

2.2 广西温室气体减排路径分析

广西温室气体减排路径分析框架图如图 5 所示。

2.2.1 能源结构减排潜力及减排路径分析

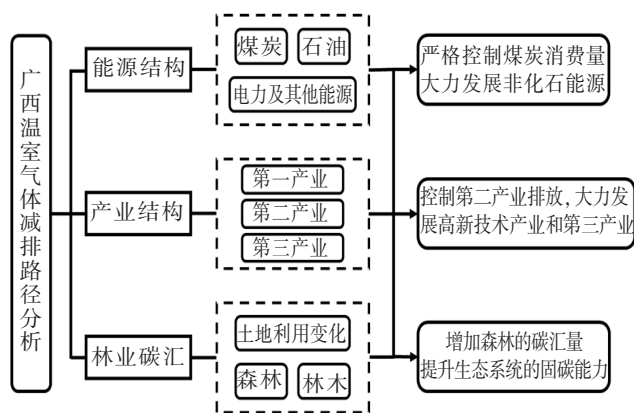


图5 广西温室气体减排路径分析框架图

能源活动导致的温室气体排放是广西温室气体最大的排放源,约占总排放量的 62.3%,能源结构优化是实现节能减排的重要措施之一,对碳减排贡献显著。广西 2010—2020 年能源活动导致的温室气体排放量逐年增加,主要是由于工业化、城市化的进程加快,全区经济水平与人民的生活水平快速提高,工业、农业与居民日常生活等对能源的需求量也随之增加。据广西 2021 年统计年鉴^[21]绘制广西 2010—2020 年煤炭、石油、电力及其他能源的能源消费量及构成变化图(图 6)。由图可知,2010 年至 2020 年,广西能源消费总量由 $7.38 \times 10^{10} \text{kg}$ 标准煤增加到 $1.18 \times 10^{11} \text{kg}$ 标准煤,年均增长率约为 4.8%,其中煤炭消费量占比最大,约占总能源消费总量的 50.3%,电力及其他能源和石油占能源消费总量的比例分别约为 33.8%和 16.0%,2015 年后煤炭消费量占能源消费总量的比例有所下降,电力及其他能源占能源消费总量的比例有所上升,2017 年后石油占能源消费总量的比例有所下降。

从广西能源消费结构来看,煤炭是广西最主要

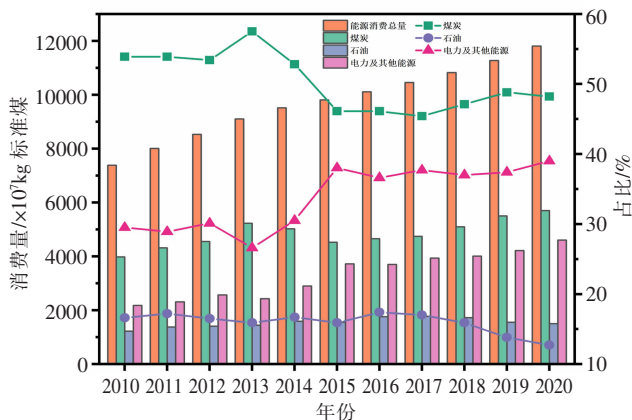


图6 广西 2010—2020 年能源消费量及构成变化图

的能源消费品种,约占总能源消费总量的 50.3%,以煤炭为主的化石燃料燃烧导致的温室气体排放量约占能源活动总温室气体排放量的 98.9%,占广西总温室气体排放量的 61.6%。由此可见,严格控制煤炭消费量,大力发展非化石能源,提高非化石能源消费占能源消费中的比重是控制广西温室气体排放,实现碳达峰、碳中和的有效措施,故应加快淘汰煤电落后产能,适度发展清洁煤电,推进煤电清洁化高质量发展。此外,应大力发展非化石清洁能源,非化石能源主要包括水电、风电、核电、太阳能等,广西由于具有丰富的水资源总量,非化石能源主要来自水电能源,合理利用广西水力资源,因地制宜开发水电,开发建设抽水蓄能电站,同时积极开发陆上及海上风电、光伏发电,安全稳妥开发核电。

2.2.2 产业结构减排潜力及减排路径分析

2010—2020 年广西工业生产过程导致的温室气体排放仅次于能源活动过程,约占总排放量的 18.8%;农业导致的温室气体排放位于第三位,约占总排放量的 16.0%。据 2021 年广西统计年鉴可得广西 2010—2020 年第一产业、第二产业、第三产业生产总值构成变化,广西 2010—2020 年第一产业所占的比重略有降低,约占三大产业生产总值的 17.5%;第二产业所占的比重基本呈逐年降低趋势,年均下降率约为 2.3%,2020 年第二产业产值占广西生产总值的 32.1%;第三产业占生产总值的比重逐年提高,年增长率约为 2.6%,2010—2020 年,广西第一、第二、第三产业比例由 19:41:40 调整为 16:32:52,转变经济增长方式,调整优化产业结构是广西经济发展的一项重要环节,也是实现低碳发展、节能降碳的关键一步。第一产业导致的温室气体排放量较低,但从历史趋势与未来发展来看,第一产业产值在生产总值中所占的比例将持续下降;第二产业导致的温室气体排放量最高,大大高于第一和第三产业温室气体排放量,未来第二产业在经济总量中的占比仍将继续下降,是低碳经济中应关注的重点领域;第三产业总体来看为高附加值、低排放值的优势产业,发展第三产业有助于在提高经济竞争力的同时降低温室气体的排放,未来第三产业在经济总量中的比重仍将持续上升,为鼓励发展的重点方向。

2.2.3 林业碳汇减排潜力及减排路径分析

2010—2020 年土地利用变化和林业导致的碳吸收量呈快速增长趋势,由 2010 年的 $8.99 \times 10^{10} \text{kgCO}_2$ 当量增长到 2020 年的 $7.87 \times 10^{10} \text{kgCO}_2$ 当

量,吸收量占温室气体排放总量的比例呈上升趋势,其中 2020 年土地利用变化和林业导致的碳吸收量占温室气体排放总量的 24.4%。根据历年广西壮族自治区林业生态资源状况报告^[22]可知,2010—2020 年广西森林覆盖率与林木蓄积量均呈逐年上升的趋势,年均增长率分别约为 0.8%和 4.8%。森林覆盖率和蓄积量的增加,可以提高森林碳汇量,提升生态系统的固碳能力,为实现碳达峰碳中和的目标“添砖加瓦”^[23]。可采取的措施有:大力建设湿地公园、加强湿地生态系统的管理,提高湿地储碳能力;加强城乡园林绿地、城乡绿化建设,完善共同绿地基础设施,充分发挥城乡绿地的固碳能力;加强森林资源、生态功能区保护,实施退耕还林、沿海防护林等重点工程,进一步巩固增强林业碳汇等。

3 结论

3.1 广西温室气体排放变化

本研究基于历年广西温室气体清单报告,分析了广西 2010—2020 年能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理、土地利用变化和林业五大领域的温室气体排放变化,得到了以下结论:

(1)广西 2010—2020 年不包括土地利用和林业领域的温室气体总排放量基本呈上升趋势,由 2010 年的 $2.47 \times 10^{11} \text{kg}$ 二氧化碳当量增加到 2020 年的 $3.23 \times 10^{11} \text{kg}$ 二氧化碳当量,增加了约 30.7%,年均增速约为 2.8%。

(2)广西 2010—2020 年各温室气体排放量由高到低排序为二氧化碳>甲烷>氧化亚氮>含氟气体,分别约占广西温室气体排放总量的 79.4%、10.9%、9.0%和 0.7%。

(3)广西 2010—2020 年能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理、土地利用变化和林业五大领域的温室气体排放量由高到底排放顺序为能源活动>工业生产过程>农业>废弃物处理,分别约占广西温室气体排放总量的 62.3%、18.8%、16.0%和 2.9%,土地利用变化和林业表现为碳吸收量,吸收量占广西温室气体排放总量的比例呈上升趋势,2020 年土地利用变化和林业导致的碳吸收量占温室气体排放总量的 24.4%。

3.2 广西温室气体减排路径

基于温室气体排放变化分析结果探究广西碳减排潜力与碳减排路径,研究应对气候变化对策及措施,得到了以下结论:

(1)能源结构优化是实现广西碳减排的重要措施,煤炭是广西最主要的能源消费品种,约占总能源消费总量的 50.3%,以煤炭为主的化石燃料燃烧导致的温室气体排放量约占广西总温室气体排放量的 61.6%,应严格控制煤炭消费量,大力发展非化石能源,提高非化石能源消费占总能源消费中的比重。

(2)调整优化产业结构是实现低碳发展、节能降碳的关键环节,在三大产业中,第二产业导致的温室气体排放量最高,未来第二产业在经济总量中的占比仍将继续下降,是低碳经济中应关注的重点领域;第三产业总体来看为高附加值、低排放值的优势产业,未来第三产业在经济总量中的比重仍将持续上升,为鼓励发展的产业方向。

(3)林业碳汇是广西温室气体吸收的主要来源,2020 年土地利用变化和林业导致的碳吸收量占温室气体排放总量的 24.4%,应提高森林覆盖率和蓄积量,增加森林的碳汇量,提升生态系统的固碳能力,助力实现碳达峰碳中和目标。

参考文献:

- [1] Richard P. Allan, Paola A. Arias, Sophie Berger, et al. Climate Change 2021: The Physical Science Basis [M]. IPCC, 2021.
- [2] 王慧. 全球持续变暖,海平面上升不可逆转[N]. 中国自然资源报, 2021-08-24(005).
- [3] 王英俊, 李荣波, 李柄更, 等. 气候变化的危害与应对[J]. 科技资讯, 2021, 19(13): 92-95.
- [4] 袁宇锋, 翟盘茂. 全球变暖与城市效应共同作用下的极端天气气候事件变化的最新认知[J/OL]. 大气科学学报: 1-5[2022-05-07].
- [5] 程雨燕. “双碳”目标背景下规范地方适应性治理的优选路径[J]. 治理现代化研究, 2022, 38(3): 82-89.
- [6] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 广西: 以节能降碳推动绿色发展迈上新台阶[EB/OL]. (2021-08-24) [2022-07-04].
- [7] 蓝天立. 广西壮族自治区 2022 年政府工作报告[R]. 广西: 广西壮族自治区第十三届人民代表大会第五次会议, 2022.
- [8] 广西 2010 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [9] 广西 2011 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [10] 广西 2012 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [11] 广西 2013 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.

- [12] 广西 2014 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [13] 广西 2015 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [14] 广西 2016 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2017.
- [15] 广西 2017 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2018.
- [16] 广西 2018 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2020.
- [17] 广西 2019 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2021.
- [18] 广西 2020 年省级温室气体清单总报告[R]. 中国科技开发院广西分院, 2021.
- [19] 刘强. 城市碳排放影响因素和控制机制研究[D]. 中南财经政法大学, 2020.
- [20] 广西壮族自治区统计局. 2016 年广西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.
- [21] 广西壮族自治区统计局. 2021 年广西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
- [22] 广西壮族自治区 2021 年林业生态资源状况报告[R]. 广西壮族自治区林业局, 2022.
- [23] 覃连欢. 广西森林植被碳储量及价值估算研究[D]. 广西大学, 2012.

Analysis of changes in greenhouse gas emissions and emission reduction pathways in Guangxi from 2010 to 2020

Tang Benhong¹, Wang Helan², Ling Lijia³

(1. Scientific Research Academy of Guangxi Environmental Protection, Nanning 530022, China;

2. Tsinghua Shenzhen International Graduate School, Guangdong Shenzhen 518055, China;

3. Guangxi Electrical Polytechnic Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on the historical greenhouse gas emission inventory reports of Guangxi, this paper analyses the greenhouse gas emissions of carbon dioxide, methane, nitrous oxide, and fluorinated gases in five major areas, including energy activities, industrial production processes, agriculture, waste treatment, land use change, and forestry, and explores the potential for emission reduction potential and emission reduction pathways in Guangxi. Results show that optimizing the energy structure, adjusting the industrial structure, and improving forestry carbon sinks are the key ways to reduce emissions in Guangxi. Specifically, coal consumption should be strictly limited while non-fossil energy sources should be vigorously developed; Carbon dioxide emissions from secondary industries should be controlled, high-tech industries and tertiary industries should be vigorously developed; Carbon sinks in forests should be increased, and ecosystems' ability to store carbon should be improved.

Key words: Greenhouse gases; emission changes; emission reduction paths; Guangxi