

江西低碳转型中长期展望 ——基于 EPS 模型构建“双碳”路径



2025年8月

关于绿色创新发展研究院 (iGDP)

绿色创新发展研究院 (Institute for Global Decarbonization Progress, iGDP), 2014 年成立于北京, 是专注绿色低碳发展的公益性国际化智库。iGDP 自成立以来, 根植我国绿色低碳实践, 面向全球应对气候变化进程, 服务决策者、实践者、投资者, 通过跨学科、系统性、实证性的研究, 推动能源和气候变化解决方案的科学化和精细化, 与多方合作推动绿色低碳议题的多元化和国际化的沟通, 提供有国际视野和前瞻思考的解决方案及公共知识产品, 为全球可持续发展做出贡献。

关于江西省科学院能源研究所

江西省科学院能源研究所成立于 1981 年, 是江西省专业从事能源与环保技术研究与开发的省级科研机构。设有应对气候变化与新能源、水污染控制与资源化、碳资源高效综合利用三个学科团队, 聚焦能源战略规划、碳达峰碳中和、新能源与节能环保技术等领域。建有多个省部级科研平台和新型研发机构, 积极推动科技成果转化, 为政府制定低碳政策、企业绿色转型、园区可持续发展提供有力支撑, 助力江西绿色高质量发展。

报告编写团队

绿色创新发展研究院 (iGDP): 袁雅婷、杨鹂、李鑫迪、宋曼娇

江西省科学院能源研究所: 刘沙沙、谢运生、范敏、孙李媛、吴晓方

联系方式

绿色创新发展研究院 (iGDP): igdpooffice@igdp.cn

江西省科学院能源研究所: jxasnys@jxas.ac.cn

致 谢

感谢能源创新政策和技术有限责任公司 (EI) 团队对本研究的长期技术与研究支持。

免责声明

本报告编写及建模所需要数据和信息均基于公开、可得的数据源, 报告内容是对所研究领域的初步探索, 旨在加强相关领域的讨论交流, 如有不足之处, 敬请谅解并指正。报告中主要结论及观点仅代表作者迄今为止的认识, 不反映作者所属机构以及研究支持方的立场。

引用建议

袁雅婷, 刘沙沙, 谢运生, 杨鹂, 李鑫迪, 宋曼娇, 范敏, 孙李媛, 吴晓方. (2025). 中部老区高质量发展与双碳目标——以江西省为例. 北京: 绿色创新发展研究院

模型版本说明

本报告所呈现的情景分析应用和参考 2024 年 11 月版本的江西 EPS 模型 (<https://eps.kapsarc.org/home/jiangxi/en>)

目录

研究背景与目标	1
第一章 江西省低碳发展	2
(一) 江西省经济社会发展现状	2
(二) 江西省低碳发展现状	3
(三) 江西省低碳发展中长期目标	8
第二章 研究方法和情景设置	11
(一) 模型介绍	11
(二) 数据需求及来源	12
(三) 情景设置	12
第三章 江西省能源消费和碳排放展望	13
(一) 能源消费	13
(二) 温室气体排放	14
(三) 主要部门	16
(四) 低碳目标进展	26
第四章 碳中和实现路径及社会经济影响	29
(一) 不同时期重点政策领域及减排贡献	29
(二) 投资需求	31
(三) GDP 增长和就业影响	32
第五章 总结及政策建议	34
参考文献	36
附录	37
附录 1. 针对江西更新的相关变量更新及数据来源	37
附录 2. 部门能源消费调整方法及基年能耗和排放水平	39
附录 3. 宏观社会经济假设	40
附录 4. 情景设置	40

研究背景与目标

江西省作为我国中部的重要省份，近年来在“革命老区高质量发展、中部地区崛起勇争先”的大背景下，坚持以现代产业体系建设为支撑，在 GDP 增速方面位居全国前列，同时积极响应国家“双碳”战略，提出 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的目标。凭借“一中心、四区”战略定位，江西省在制造业、城镇化、现代农业与生态文明建设等方面持续发力，这些社会经济发展战略对能源需求和碳排放的未来走向产生深远影响，要求在保持经济活力的同时，加快低碳转型步伐。

当前，江西省经济总体处于全国中游位置，2023 年 GDP 达 32200.1 亿元，占全国 2.6%，人均 GDP 为 71216 元，三次产业结构调整为 7.6 : 42.6 : 49.8，城镇化率为 63.13%，均略低于全国平均水平。伴随人口增长与城镇化提速，能源消费需求与碳排放仍呈上升态势。2019 年至 2022 年，全省碳排放累计增长 7.8%，其中工业和建筑部门合计贡献了约 87% 的排放量，显示出一定程度的弱脱钩趋势，但仍需进一步强化节能降碳措施。

本报告基于开源的能源政策模拟模型 (EPS China iGDP 2024)，构建了“2020 政策冻结情景”“政策情景”与“双碳情景”三种路径，涵盖电力、工业、交通、建筑及土地利用与林业五大核心模块。三种情景分别用于提供基线对比、评估现有政策减排效果，以及探索 2060 年前实现碳中和所需的最佳政策组合。

本报告回顾了江西省低碳转型的阶段性进展，并基于江西 EPS 模型开展中长期能源消费和温室气体排放的长期趋势预测，识别在双碳情景下江西省需要重点关注的关键领域、主要目标设定以及优先实施的减排政策。同时，报告评估了这些减排政策的投资需求及其对 GDP 和就业的影响。在此基础上，报告提出有针对性的政策建议，为江西省实现经济发展与低碳转型协同提供决策支持。



©Unsplash

第一章

江西省低碳发展

江西省经济保持高速增长，2011年起第二产业占比开始下降，然而随着人口增加和城镇化率提升，江西省能源消费需求和碳排放仍呈现增长态势。《江西省碳达峰实施方案》中已明确提出江西省2030年前顺利实现碳达峰，到2060年，顺利实现碳中和的目标。因此，江西省需要尽早规划符合自身特点的低碳发展路径，部署各部门和行业的低碳转型重点，助力2030年前顺利碳达峰，并为2060年实现碳中和奠定坚实基础，同时在低碳发展中识别新的发展机遇。

（一）江西省经济社会发展现状

经济发展水平处于全国中游，GDP增速放缓。2023年，江西省地区生产总值（GDP）达32200.1亿元¹，较2022年增加125.4亿元，增速约为0.4%。GDP全国排名上升至第15位，约为全年国内生产总值的2.6%。从产业结构来看，江西省第二产业占比在2011年达峰后明显下降，2023年全省三次产业结构为7.6:42.6:49.8。工业各行业中有色金属冶炼和延压加工业、电气机械和器材制造业、黑色金属冶炼和延压加工业GDP增长贡献最大。2023年全省战略性新兴产业占规模以上工业比重为28.1%，新能源产业中，锂电产业、光伏产业和新能源汽车产业分别增长12%、26.6%和39.6%。

人口呈增长趋势，城镇化率低于全国水平。江西省2023年常住人口4515.01万人，比上年末减少12.97万人，全国排名第13位，占大陆地区总人口的3.2%。江西省是人口生育及人口流出大省，2023年全省城镇化率为63.13%，比上年末提高1.06%，但低于全国水平（66.16%）3.03个百分点。

第三产业劳动力占据主导地位，城镇就业人口占比不断提升。江西省2023年末三次产业就业人员数为2193万人，呈持续下降态势。第一产业就业人员占比不断下降，第二产业、第三产业就业人员占比不断提升，其中，第三产业就业人员占比高达46.9%，占据主导地位。2023年，江西省城镇就业人口占比达60.6%，自2010年以来保持稳定增长态势，但仍然远低于全国水平（62.62%），制造业、建筑业和教育业是劳动力就业的主要行业。

表1 2023年江西省经济社会发展指标与全国对比

指标	江西省	全国占比	全国排名
GDP (亿元)	32200.1	2.5%	15
常住人口 (万人)	4515.01	3.2%	13
人均GDP (元)	71216	79.7%	21
三产结构 (%)	7.6:42.6:49.8	7.1:38.3:54.6	-
城镇化率 (%)	63.13	66.16%	18
城镇就业人员占比 (%)	60.6	63.5%	-

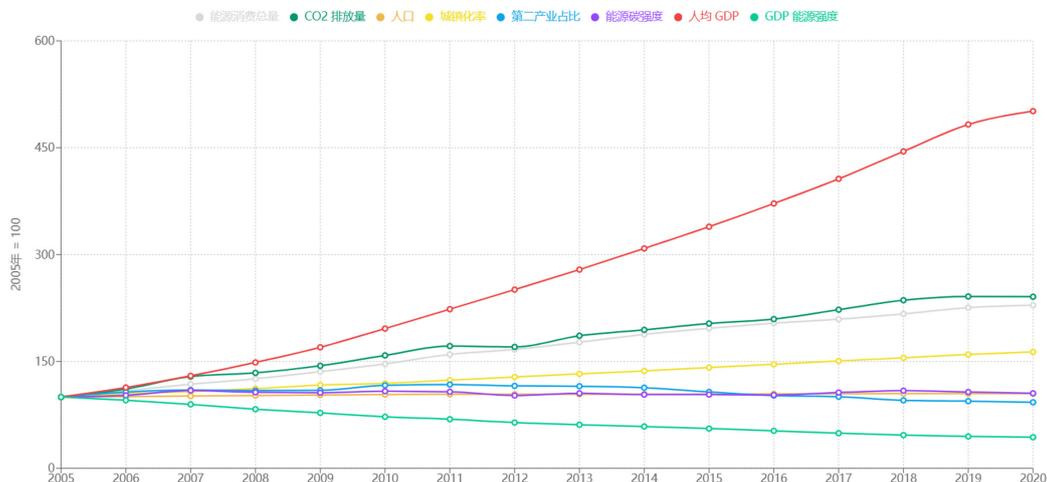
来源：《中华人民共和国2023年国民经济和社会发展统计公报》、《江西省2023年国民经济和社会发展统计公报》、《江西省统计年鉴2024》

¹ 江西省2023年国民经济和社会发展统计公报，https://www.jiangxi.gov.cn/art/2024/4/2/art_5482_4838578.html

（二）江西省低碳发展现状

经济发展与碳排放呈弱脱钩趋势。2007 年之后，江西省人均 GDP 的增速持续稳步增加，能源相关碳排放的增长有所放缓，呈弱脱钩趋势。

图 1 江西省脱钩进展

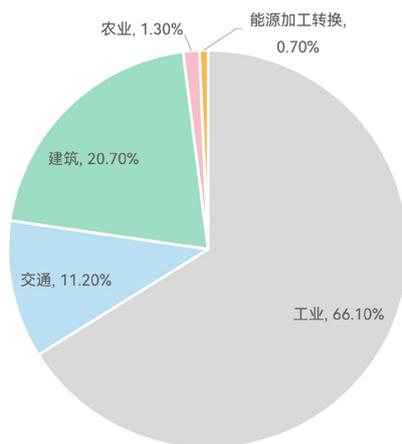


来源：CCNT 年报，iGDP

1. 二氧化碳排放

2019-2022 年，江西省碳排放总量呈逐年增长态势，其中 2022 年较 2019 年增长 7.8%，约占全国碳排放总量的 2%²。从行业分布来看，碳排放（包括直接排放和间接排放）主要集中在工业和建筑部门，两者合计碳排放量约占全省碳排放总量的 87%。

图 2 2022 年江西省二氧化碳排放结构



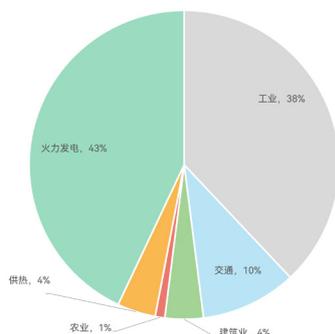
（不包括工业生产过程，能源加工转换不包含电力生产；工业部门包含电力）

来源：依据《江西省统计年鉴 2023》提供能源消费数据进行估算

² 根据江西省统计年鉴、中国碳核算数据库 CEADs 数据估算

从直接碳排放结构来看，火力发电部门贡献了 43% 的碳排放量，占据主导地位；工业部门占比为 38%，交通运输、建筑及农业部门占比分别为 10%、4% 和 1%。电力热力供应部门作为能源消费和碳排放的首要领域，其排放特征与江西省电力供给结构中燃煤发电的主导地位密切相关。

图 3 2022 年江西省能源相关 CO₂ 排放结构



来源：根据《江西省统计年鉴 2023》估算

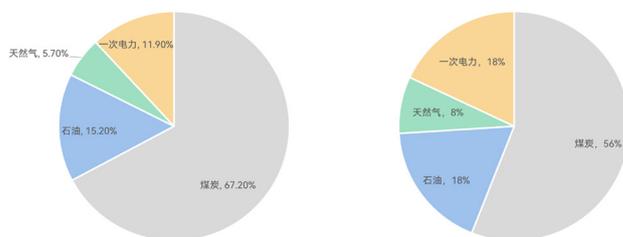
2. 能源结构

江西是“资源小省”，缺煤、无油、乏气，能源自给率低，对外依存度较高，煤炭、石油、天然气等对外依存度高达 90% 以上。非化石能源资源禀赋先天不足，风光资源条件一般，水能资源已基本开发完毕，核电开工建设时间尚不明确，非化石能源后续发展受限，后续潜力可能存在不足的情况，结构调整面临瓶颈。

从能源供给侧看，2022 年，江西省一次能源产量为 1592.4 万吨标准煤，其中，原煤生产占比 9.8%，一次电力生产占比 72.7%³。2022 年，全省规模以上工业发电量 1568.58 亿千瓦时，同比增长 8.6%，其中，火电占比 83.8%，水电、风电和太阳能发电等清洁能源发电量占比为 16.2%⁴，远低于国家清洁能源发电量占比（28.2%）⁵，可再生能源发电装机容量占比突破 50%⁶。

从能源消费结构来看，江西省能源消费结构以煤炭为主。2022 年全省能源消费总量较 2019 年增长 11.59%，其中煤炭消费占比达 67.2%，显著高于全国平均水平（56.2%）。相比之下，非化石能源消费占比仅为 10.7%，低于全国平均水平（17.5%），江西省能源消费结构和全国能源消费结构见图 4。随着社会电动化水平不断提高，全省用电需求也在不断增加，江西省全社会用电量为 1982.98 亿千瓦时，近年来呈现持续增长的趋势，同时外省调入电量的占比也在逐年减少，从 2019 年的 17.9% 降至 2022 年的 13.0%。

图 4 2022 年江西省和全国能源消费结构



来源：《江西省统计年鉴 2023》

³ 江西统计年鉴 2023 <http://tjj.jiangxi.gov.cn/resource/nj/2023CD/zk/indexch.htm>

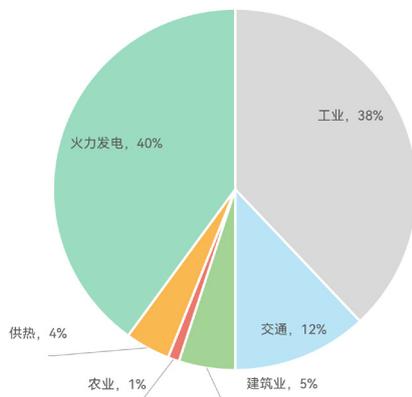
⁴ 解读：2022 年全省能源统计数据 http://tjj.jiangxi.gov.cn/art/2023/1/28/art_40939_4375396.html

⁵ 中国统计年鉴 2023 <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2023/indexch.htm>

⁶ 江西省新能源发展风生水起 可再生能源发电装机占半壁江山 . https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/dt/dfdt/202307/t20230714_1358390.html

按终端部门分类，火力发电是江西省能源消费最大的部门，约占 40%。其次是工业部门，约占 38%；交通部门和建筑业部门占比分别为 12%、5%。

图 5 2022 年江西省分部门能源消费结构



来源：根据《江西省统计年鉴 2023》估算

3. 重点部门

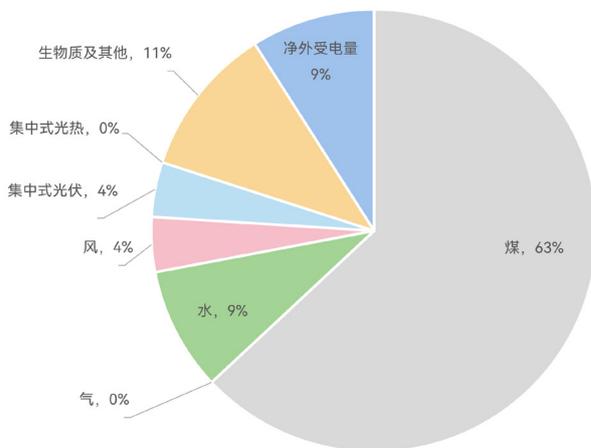
传统耗能产业占比大。江西省能源消费主要集中于传统高耗能部门和行业。其中，高耗能部门主要包括能源生产及加工转换、工业和建筑业等，合计约占全省能源消费总量的 63%。从行业维度来看，能源消耗高度集中于电力、热力生产和供应业，黑色金属冶炼及压延加工业，以及非金属矿物制品业等三个高耗能行业。

3.1 电力部门

2020 年江西省电力生产领域产生的能源相关二氧化碳排放占全省排放总量的 39%，若计入热力生产环节，电力与热力部门合计排放占比达 42%，构成全省碳减排的关键领域。与终端用能部门不同，电力系统温室气体排放的直接驱动因素主要体现为电源结构及发电总量，间接影响因素则源于工业、交通、建筑等终端部门的电力需求。

当前江西省发电结构呈明显的煤电主导特征（占比 63%），次要电力来源依次为生物质发电、水力发电及跨省输入电力（图 6），全省净输入电量约占社会用电总量的 9%。

图 6 2020 年江西省发电量结构



来源：《电力工业统计资料汇编》

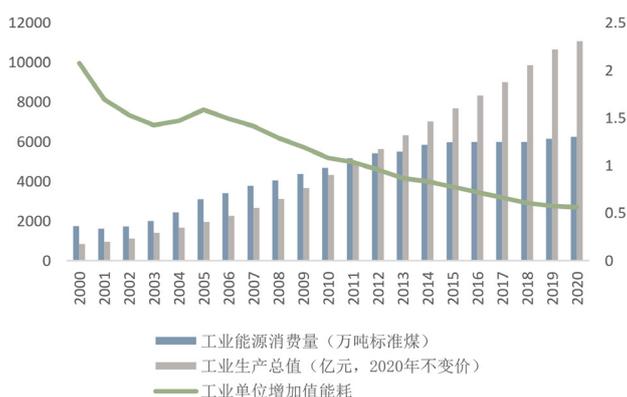
江西省能源供给体系存在显著的外源性特征，如何在保障电力供应的情况下，实现碳中和所需的电源结构调整存在较大难度。基于此，“十三五”期间江西省出台了一系列政策，在提高能源供给能力与优化能源结构方面取得较多进展。2020年，新能源装机容量达1366万千瓦，占比由2015年的5.8%大幅提高至31%。煤炭消费比重由2015年的68%降至2020年的63.9%，非化石能源消费比重由12%提高到13.6%，均超额完成规划目标⁷。

3.2 工业部门

江西省第二产业呈现规模扩展与结构升级并进的发展态势，工业经济竞争力已跻身全国中上游行列。2001-2020年间，工业增加值保持13%以上的年均增速，“十三五”时期增速居全国“第一方阵”，2020年产业规模突破1.1万亿元。产业结构转型成效显著体现为：第二产业占比自2011年达到峰值54.7%后逐年回调，至2020年稳定在43.2%；战略性新兴产业、高新技术产业增加值占规模以上工业增加值比重分别提升至23.2%和38.5%。

在能源消费领域，江西省工业能源消费总量增长速度先升后降。2000年至2015年工业能耗年均增长速度约为8.5%，进入“十三五”期间，江西省工业能源消费量开始进入平台期。如图7所示，从2015年到2020年，全省工业单位增加值能耗从0.78万吨标准煤/万元降至0.56万吨标准煤/万元，下降幅度超过27%，同期工业能源消费总量稳定在6000万吨标准煤（发电煤耗法）区间。这意味着工业增加值的增长与工业能源消费开始逐渐脱钩，工业节能取得显著成效。工业部门的高质量发展有效削减江西工业部门的能耗强度。

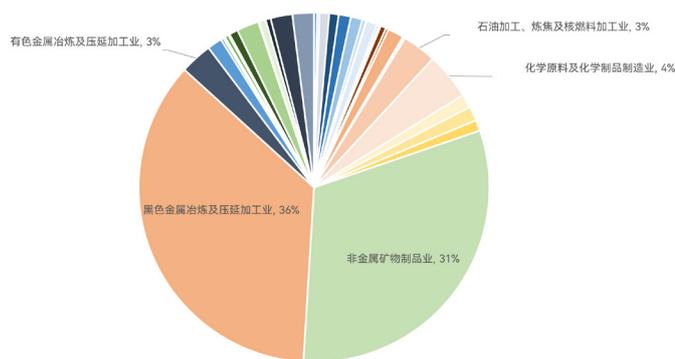
图7 江西省工业生产总值和能耗水平



数据来源：《江西统计年鉴 2021》

2020年江西省工业部门排放即使不含能源工业在终端部门能源相关二氧化碳排放的占比仍高达38%，能源消费占比约为43%。2020年江西省工业分行业中能源消费最多的行业是钢铁和水泥等非金属矿物制品业，占工业能源消费总量超过三分之二；化工、石油炼焦及有色金属三大行业合计能耗占比达到15%。

图8 江西 2020 年工业终端能源消费总量 (电热当量法)



数据来源：《江西统计年鉴 2021》

⁷ 《江西省“十四五”能源发展规划》

3.3 交通部门

2020年江西省交通运输部门能源消费总量达1237.4万吨标准煤，产生二氧化碳排放约2500万吨，占全省碳排放总量的12%。从能源消费结构看，公路运输占据绝对主导地位，其能耗占比高达96%；其次是航空运输，占比2%；铁路与水路运输能耗分别占比1%。

在货物运输方面，江西省的货物运输周转量呈现出快速增长的趋势。2003年至2020年，货运周转量从801.65亿吨公里增长至4010.79亿吨公里，增长了约5倍。其中，公路货运发展最为迅速，2020年的周转量为2003年的21倍；水路货运也呈增长态势，2020年的周转量为2003年的6.5倍；铁路货运周转量自2012年起呈现缓慢下降趋势。从运输结构来看，铁路、公路和水路的货物运输周转量占比分别从2003年的75.45%、19.41%和5.11%转变为2020年的12.40%、80.96%、6.64%。

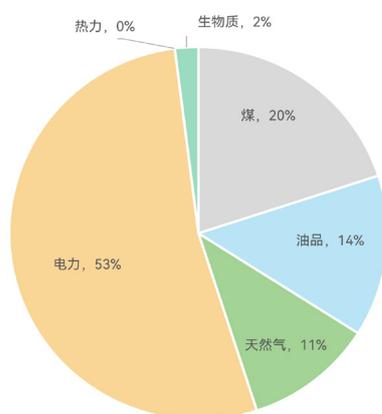
江西省内河水运在大宗物资运输中发挥着重要作用。目前，全省航道总里程为5716公里，占全国内河航道里程的4.6%，位居全国第八位。内河水运承担了全省52.6%的煤炭调入、32.7%的铁矿石调入、33.8%的集装箱调运任务⁸。

3.4 建筑部门

2020年，江西省建筑部门在终端能源相关CO₂直接排放中占比约10%，能源消费约占全省终端能源消费的17%。其中，公共建筑能源消费占比最高，为44%；城镇居民建筑次之，占30%；农村居民建筑占比最低，为26%。由于江西地处“夏热冬冷”地区，冬季尚未形成集中供暖的普遍需求。

从能源结构来看，2020年江西省建筑部门能源消费中，电力占比约为53%，煤炭占20%，油气分别占14%与11%。

图9 2020年江西省建筑部门能源消费结构



数据来源：《江西统计年鉴 2021》

在节能与减排方面，江西省已取得较多成效。“十三五”期间，全省城镇新建建筑设计阶段执行节能强制性标准的比例达到100%。全省共完成绿色建筑设计标识项目791个，建筑面积近2亿平方米，绿色建筑占城镇新建建筑面积比例达到60%。此外，累计完成太阳能光热建筑应用面积3637万m²，浅层地能建筑应用面积425万m²。⁹截至2020年，江西省已颁布《江西省居住建筑节能设计标准》，并参照《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》，建筑设计参照节能标准为50%。

⁸ 江西省交通运输厅. 江西省内河航道与港口布局规划(2021-2050年)[EB/OL]. (2021)[2022-08-02]. <http://jt.jiangxi.gov.cn/>

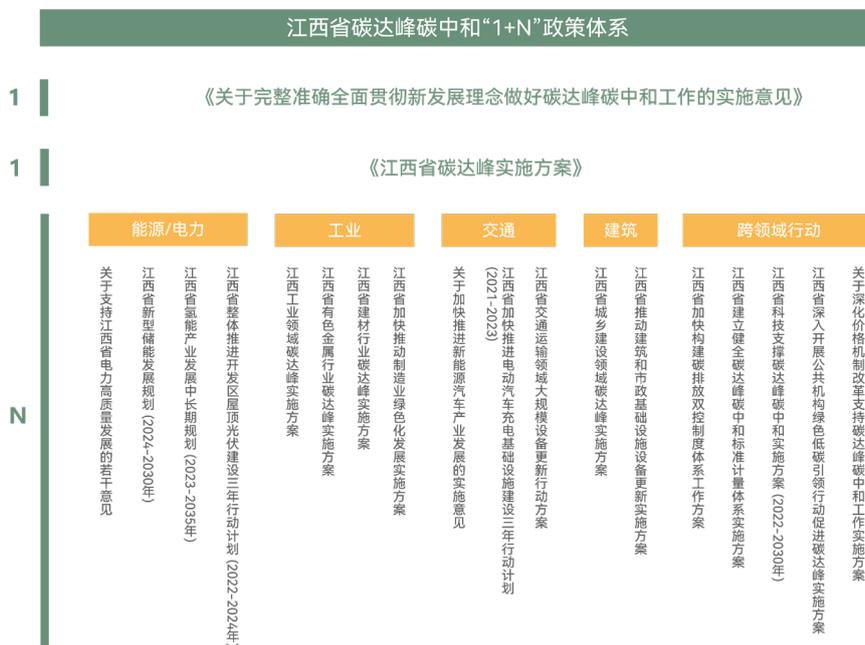
⁹ 《江西省“十四五”住房城乡建设发展规划》，江西省住房和城乡建设厅，2021年12月27日

(三) 江西省低碳发展中长期目标

1. “碳达峰碳中和”目标

江西省碳达峰碳中和“1+N”政策体系已基本建立，并在全国率先出台《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》以及《江西省碳达峰实施方案》（后文简称《江西“双碳”实施意见》），分别作为该体系中的“1”和“N”中具有指导性的核心政策文件。这一体系构建了贯穿碳达峰与碳中和两个阶段的总体框架，明确了时间表、路线图、施工图。同时，江西省围绕能源、工业等重点领域，以及有色金属、建材等重点行业，制定了碳达峰实施方案，及配套出台了科技支撑等相关政策措施。绿色低碳相关法规和政策体系也在加快完善，已制定生活垃圾管理等省级地方性法规，并构建了涵盖绿色低碳循环发展经济体系、新能源发展、节能减排、应对气候变化、工业绿色发展等方面的政策规划体系，为推动全省绿色低碳转型提供了坚实的制度保障。

图 10 江西省碳达峰碳中和“1+N”政策体系示意图



2. 低碳转型总体目标

2022年4月出台的《江西“双碳”实施意见》中明确了江西省“双碳”目标年份，提出“到2025年为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础，到2030年二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降，到2060年，碳中和目标顺利实现”，具体目标如下表所示，其中2025年非化石能源消费比重略低于国家20%左右的目标值，除此之外指标领先或与国家目标持平。

表 2 江西省低碳发展综合目标

	2025 年	2030 年	2060 年
二氧化碳排放量达峰	/	二氧化碳排放达到峰值实现稳中有降	/
碳中和	/	/	碳中和目标顺利实现
单位地区生产总值能耗下降率	较 2020 年下降 13.5%	大幅下降	/
单位地区二氧化碳排放下降率	较 2020 年下降 18%	较 2005 年下降 65% 以上	/
非化石能源消费占比	18.3%	25% 左右	80% 以上
煤炭消费比重	56.9%	/	/
整体能源利用效率	/	/	达到国际先进水平
森林覆盖率	24.1%	25% 左右	/

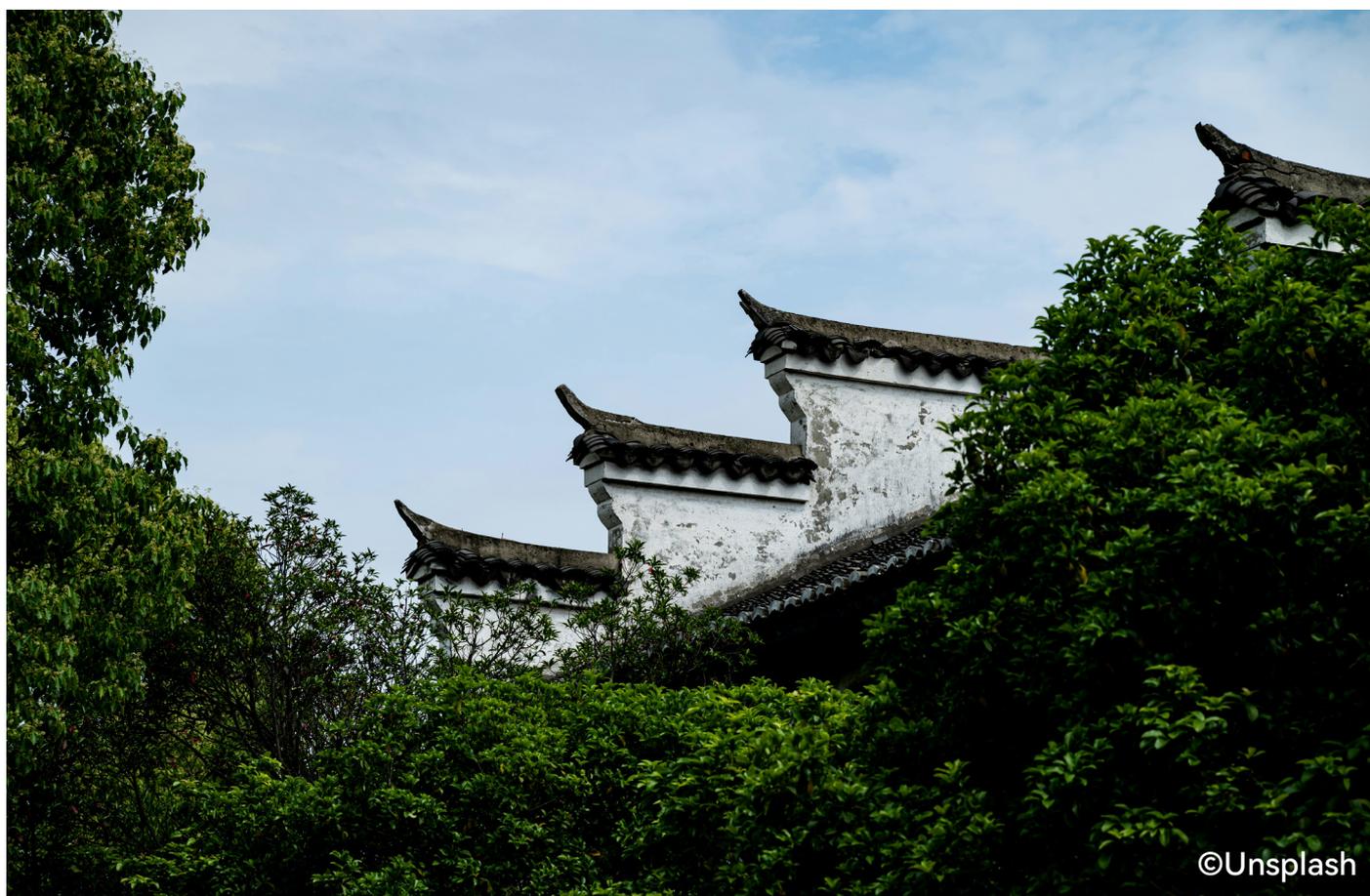
来源：《江西省碳达峰实施方案》、《江西省“十四五”能源发展规划》

表 3 江西省重点行业和领域目标

指标		2025 年	2030 年	政策文件
电力领域				
新能源装机	风电、光伏发电装机总量	风电：700 万千瓦 光伏：1600 万千瓦	0.6 亿千瓦	《关于江西在新时代推动中部地区高质量发展中加快崛起的实施意见》 《江西省碳达峰实施方案》
	关停容量	合理安排落后煤电机组的退出	/	《江西省“十四五”能源发展规划》
煤电	煤电机组平均供电煤耗	297 克标煤 / 千瓦时	/	
	火电灵活性改造	推进火电机组深度调峰灵活性改造	/	《江西省“十四五”能源发展规划》 《关于江西在新时代推动中部地区高质量发展中加快崛起的实施意见》
	需求响应能力	达到最大用电负荷的 5%	/	
新型储能装机	100 万千瓦	/	《江西省碳达峰实施方案》	
工业领域				
总体	单位工业增加值碳排放下降率（较 2020 年）	重点行业二氧化碳排放强度明显下降	2030 年前达峰	《江西省工业领域碳达峰实施方案》
	规模以上工业单位增加值能耗下降率	12% 以上（相比 2020 年）	持续下降，努力达峰、削峰	《江西省工业领域碳达峰实施方案》
钢铁	能效水平	主要钢铁冶炼企业完成超低排放改造，达到标杆水平的产能比例超过 30%（2026 年）	/	《江西省钢铁产业链现代化建设行动方案（2023-2026 年）》
	短流程炼钢占比	10%	/	《江西省空气质量持续改善行动计划实施方案》
	氢能应用	氢能在钢铁、有色、合成氨等工业领域示范项目扎实开展	/	《江西省氢能产业发展中长期规划（2023-2035 年）》
建材	能效水平	水泥行业能效标杆水平以上的熟料产能比例需超过 30%	/	《江西省“十四五”节能减排综合工作方案》
	水泥原料替代率	原燃料替代水平大幅提高；加快水泥行业非碳酸盐原料替代	/	《江西省建材行业碳达峰实施方案》
有色金属	电解铝使用可再生能源占比	33.76%（绿色电力消费比例）	/	《关于完善电解铝行业阶梯电价政策的通知》
	再生金属供应	促进再生有色金属资源回收和综合利用产业集聚化发展，提高再生铜等供给	/	《江西省加快推动制造业绿色化发展实施方案》

来源：《江西省碳达峰实施方案》、《江西省“十四五”能源发展规划》

指标		2025 年	2030 年	政策文件
建筑	城镇绿色建筑占新建建筑比例	星级绿色建筑占比达 30%	/	《江西省住房城乡建设领域“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》、《江西省碳达峰实施方案》
	城镇新建居住建筑节能标准	100%	/	
	新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率	力争达到 50%	/	
	全省城镇建筑可再生能源替代率	8%	/	
交通	水路和铁路货运量占比	15%	23%	《江西省“十四五”节能减排综合工作方案》、《江西省碳达峰实施方案》
	城市公交、出租汽车、城市物流配送领域新能源汽车占比 (%)	72/35/20	/	《江西省公路水路交通运输“十四五”发展规划》
	交通运输二氧化碳排放强度下降率 (%)	5%	/	《江西省公路水路交通运输“十四五”发展规划》
农业 / 非二氧化碳	畜禽粪污综合利用率	80% 以上，力争达到 90%	/	《江西省碳达峰实施方案》、《江西省“十四五”节能减排综合工作方案》



©Unsplash

第二章

研究方法和情景设置

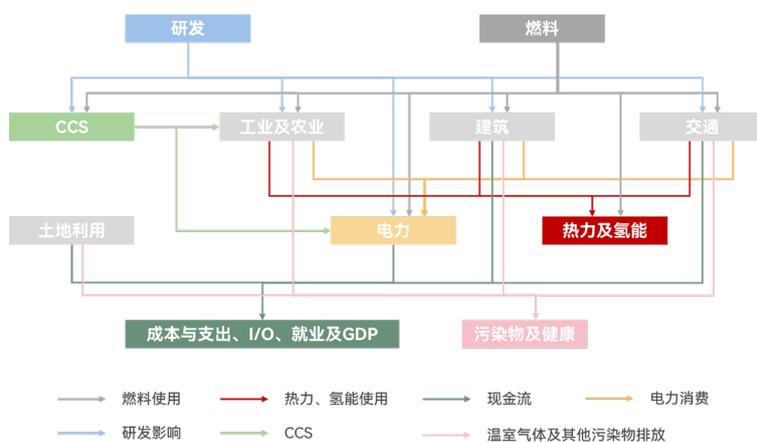
(一) 模型介绍

能源政策模拟模型（Energy Policy Stimulator, EPS）是一款基于系统动力学的免费开源分析工具，用于模拟和评估能源与气候政策对能源消费、温室气体排放、污染物排放、投资需求及相关宏观社会经济指标的影响。

EPS 模型由五大核心部门模块构成，分别是交通、电力供应、建筑运行、工业（涵盖建筑业与农业）以及土地利用与林业。每个模块由相互关联的变量和政策参数，通过特定的函数关系构成。同时，EPS 模型还集成了多个与碳排放或碳汇相关的支持性模块，例如区域供热与制氢、碳捕集与封存（CCS）、研发（R&D）、燃料、地球工程、以及投入产出（I/O）模块。这些模块通过复杂的交互关系为政策效果提供较为全面的动态评估。例如，燃料模块控制各种燃料的基本属性和价格变动，直接影响交通、建筑、工业、电力、区域供热与制氢、CCS 等部门和领域的燃料需求变化；投入产出模块则用于估算政策带来的现金流变化对 GDP、就业和工资的影响，并进一步分析这些宏观经济变量的变化对工业、建筑及交通能源需求的能源消费和排放变化的影响；研发模块负责捕捉技术进步对燃料经济性及各部門技术固定投资的改善影响。

EPS 模型中的所有子模块和内部要素彼此交织，并与其他子模块及其要素相互作用，形成系统化的反馈机制（图 11）。这种设计可在政策背景下全面评估能源系统的动态变化，并为政策制定者提供科学的决策支持。

图 11 EPS 模型计算流向图



图片来源: Energy Policy Simulator Documentation

EPS 模型不仅可以量化分析单一政策的影响，还能够评估多项政策组合下的协同作用及相互影响。通过该模型，可以得出政策调整对能源消费及其结构、温室气体和污染物排放、现金流变化、电力构成、各类燃料消耗量以及宏观经济（如就业、GDP）和公众健康的量化评估结果。

2017 年，能源创新政策与技术公司（Energy Innovation, EI）联合国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC）、国家发展改革委能源研究所（ERI）的专家团队，共同开发了符合中国国情的中国 EPS-2017 工具，适用于国家及地区层面的能源与气候政策情景设定及影响评估。自 2021 年起，绿色创新发展研究院（iGDP）支持 EI 持续更新中国 EPS 工具，目前最新版本为 EPS China-iGDP 2024。同时，iGDP 还积极推动 EPS 工具在省级层面的应用，为地方政府提供碳达峰与碳中和路径规划、政策与技术选择、投资需求分析等方面的定量支持。

基于 EPS China-iGDP (2024) 版本, iGDP 和江西省科学院能源研究所联合开发了江西能源政策模拟模型 (简称: 江西 EPS), 旨在为政策制定者、研究人员及相关从业者提供情景分析工具, 用于量化评估能源与低碳政策组合的综合影响, 探索江西实现“双碳”目标的潜在路径及可行方案。

(二) 数据需求及来源

EPS 的建模需要依托 241 个变量指标构建完整数据体系。基于国家和省级模型之间存在指标通用性特征, 江西 EPS 建模重点聚焦具备区域表征性且符合数据可及性原则的核心变量指标。

针对江西省能源结构特征, 本研究完成 55 项核心参数的本土化更新。更新的指标根据模型设定范围内有三个优先级: 非常高 (5 个)、高 (29 个)、中 (8 个)。此外, 还包括了一些具有本地化特征的变量指标。通过数据更新, 确保模型能够准确反映江西省社会经济和能源发展情况。

从数据架构维度, 支持省级 EPS 工具开发所需数据主要涵盖能源系统和社会经济两大领域:

- 能源系统数据包括: 电力和热力供应部门的装机容量、运行效率及可再生能源开发潜力; 工业和建筑部门的基准年能源消费情况及未来需求变化趋势; 各类交通工具保有量、运输周转量及其未来发展变化等关键指标。
- 社会经济数据涉及: 区域 GDP 和人口现状及未来增长预测; 反映各行业间经济关联性的投入产出表等。

上述数据主要来源于国家统计局、中国能源统计年鉴、省级统计年鉴等官方统计资料、以及相关政策文件和公开研究文献。

(三) 情景设置

为评估江西省在“十四五”规划政策框架下实现 2030 年碳达峰的可行性, 并探索 2060 年左右实现近零排放所需的关键政策组合, 本研究设置了三个情景进行分析。研究以 2020 年为基准年, 预测期覆盖 2021 年至 2060 年。

2020 政策冻结情景 (2020 Policy Frozen Pathway), 反映 2020 年以前中国和江西省政策措施和力度的自然延续, 未考虑 2020 年后出台的最新政策。

政策情景 (Policy Scenario), 反映“双碳”目标提出后, 中国和江西省已经陆续出台影响 2030 年前碳排放的相关目标和政策措施, 并且假定 2030 年后这些政策措施和力度自然延续, 未考虑 2060 年碳中和目标的实现。本情景可用于评估江西省近中期政策的减排效果。

双碳情景 (3060 Net Zero Pathway), 在政策情景基础上, 2030 年后的政策措施和力度参考全国和全球最佳实践, 确保江西省在 2060 年前实现碳中和目标。本情景用于识别实现 2060 年碳中和目标的现有政策差距和政策重点。

表 4 情景设定说明

情景	定义	功能
2020 政策冻结情景	2020 年以前中国和江西政策措施和力度的自然延续, 未考虑 2020 年后出台的最新政策。	基准情景 (用于基准比较)
政策情景	反映“双碳”目标提出后, 中国和江西已经出台影响 2030 年前碳排放的相关目标和政策措施, 并且 2030 年后这些政策措施和力度自然延续, 未考虑 2060 年碳中和目标的实现	评估现有政策减排效果
双碳情景	在政策情景基础上, 2030 年后的政策措施和力度参考全国和全球最佳实践, 确保江西在 2060 年前实现碳中和	识别实现 2060 年碳中和的政策差距

第三章

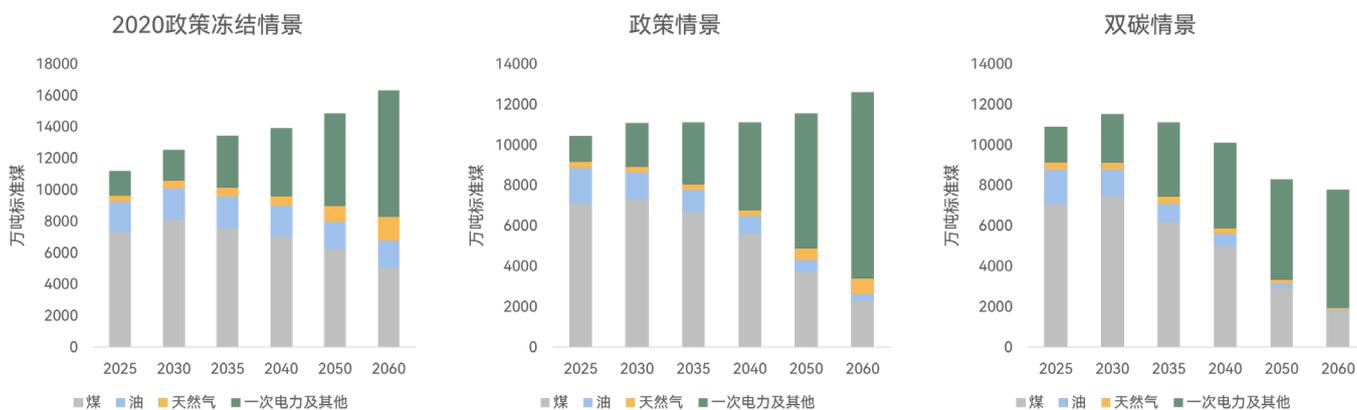
江西省能源消费和碳排放展望

(一) 能源消费

在 EPS 模型框架下，能源消费主要按照部门和能源品种进行分类。其中，部门划分包括电力、工业、建筑、交通和农业五大类；能源品种则涵盖煤炭、油品、天然气、生物质、电力、热力及其他能源等。为满足模型对各部门消费数据的需求，本研究依据江西省 2020 年能源平衡表，并采用特定转换方法将其调整为符合 EPS 模型统计口径的格式（具体方法详见附录 2）。

根据模型结果，在 2020 政策冻结情景和政策情景下，江西省能源消费总量¹⁰呈现持续增长趋势。到 2060 年，政策情景通过实施现有的“1+N”政策干预，相较于 2020 政策冻结情景减少了约 3245 万吨标准煤，约为 1.3 亿吨标准煤。在双碳情景下，江西省能源消费总量在 2035 年达到峰值，此后逐步下降。到 2060 年，能源消费总量降至约 7800 万吨标准煤，基本回落至“十四五”期间的能源消费水平。

图 12 三个情景下江西省能源消费变化（2021-2060）



来源：江西 EPS 模型结果

在所有情景中，煤炭消费占比均呈现明显的下降趋势。其中，双碳情景相较于政策情景，煤炭减量速度更为显著。在政策情景下，煤炭占比从 2035 年的 57% 下降至 2060 年的 18%，而在双碳情景下则由 2035 年的 54% 降至 2060 年的 17%。作为一种过渡性能源，天然气在两种情景下占比变化幅度相对较小。然而，双碳情景表现出更高的减排压力，到 2060 年天然气占比仅为 4%，低于政策情景的 7%。

一次电力及其他能源在两种情景下均呈现出显著的增长趋势，成为能源消费结构中提升速度最快的部分。在政策情景下，其占比由 2030 年的 20% 增长至 2060 年的 73%；而在双碳情景下，增长幅度更为突出，由 2030 年的 21% 提升至 2060 年的 78%，逐步成为江西省能源消费的主体。

¹⁰ 包含作为原料用的能源消费量

表 5 三个情景下江西省能源消费结构

情景	能源品种	2030年	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	煤	65%	56%	51%	42%	31%
	油	16%	15%	14%	12%	10%
	天然气	4%	4%	4%	7%	9%
	一次电力及其他	16%	25%	31%	40%	49%
政策情景	煤	65%	57%	49%	32%	18%
	油	12%	10%	8%	5%	3%
	天然气	3%	2%	3%	5%	6%
	一次电力及其他	20%	31%	41%	58%	73%
双碳情景	煤	65%	54%	46%	32%	17%
	油	11%	8%	5%	2%	1%
	天然气	3%	3%	3%	3%	4%
	一次电力及其他	21%	35%	45%	62%	78%

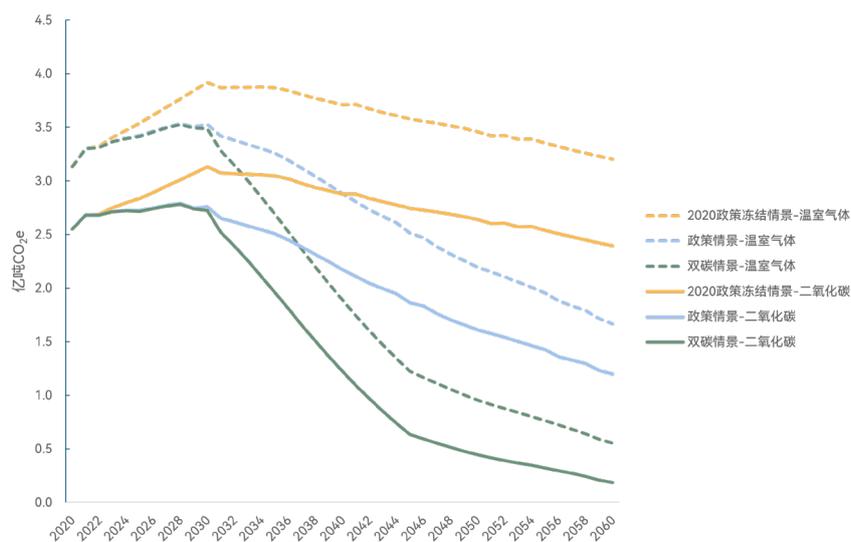
来源：江西 EPS 模型结果

(二) 温室气体排放

江西省有望按期实现 2030 年前碳达峰目标。在政策情景和双碳情景下，温室气体和二氧化碳排放均于 2028 年达峰，峰值水平分别约为 3.5 亿吨 CO₂e 和 2.8 亿吨 CO₂ 之间，较 2020 政策冻结情景的峰值分别减少约 4000 万吨 CO₂e 和 3000 万吨 CO₂。

2030 年以后，相较于政策情景，双碳情景下的减排速度呈现加快趋势，预计到 2045 年，减排速度将出现放缓。到 2035 年，温室气体和二氧化碳排放相较峰值水平分别下降约 24% 和 29%。到 2060 年，温室气体和二氧化碳排放量预计将分别降至约 6000 万吨 CO₂e 和 2000 万吨 CO₂，整个经济的排放水平基本接近近零排放水平，碳中和目标将基本达成。其中，工业、建筑和交通部门的二氧化碳排放分别为 848 万吨、668 万吨和 420 万吨。

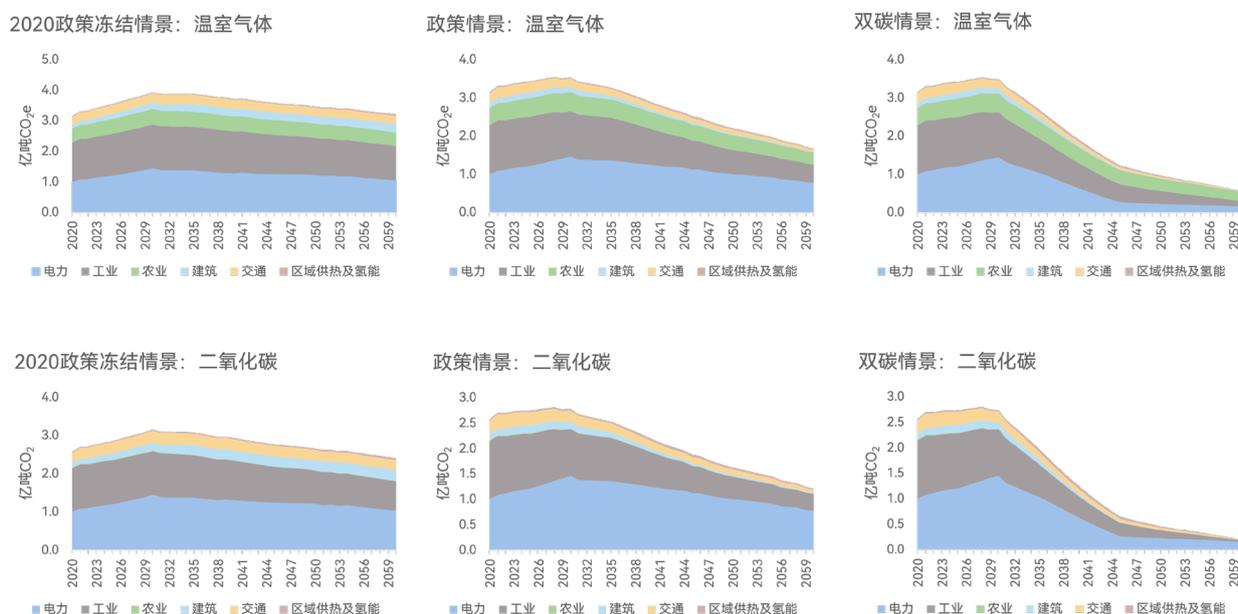
图 13 三个情景下江西省温室气体和二氧化碳排放(2020-2060)



来源：江西 EPS 模型结果

从分部门排放分析来看，工业和电力是江西省温室气体和二氧化碳排放的主要来源。煤炭作为主要能源，尤其在电力生产和工业制造中的广泛应用，直接决定了省内排放水平。相比之下，交通、建筑和农业部门的排放虽相对较小，但仍对整体排放构成一定影响。在双碳情景下，江西省的整体排放自 2030 年起显著下降，主要得益于电力部门加速推动电源结构清洁化，促使电力和工业部门成为主要的减排来源。

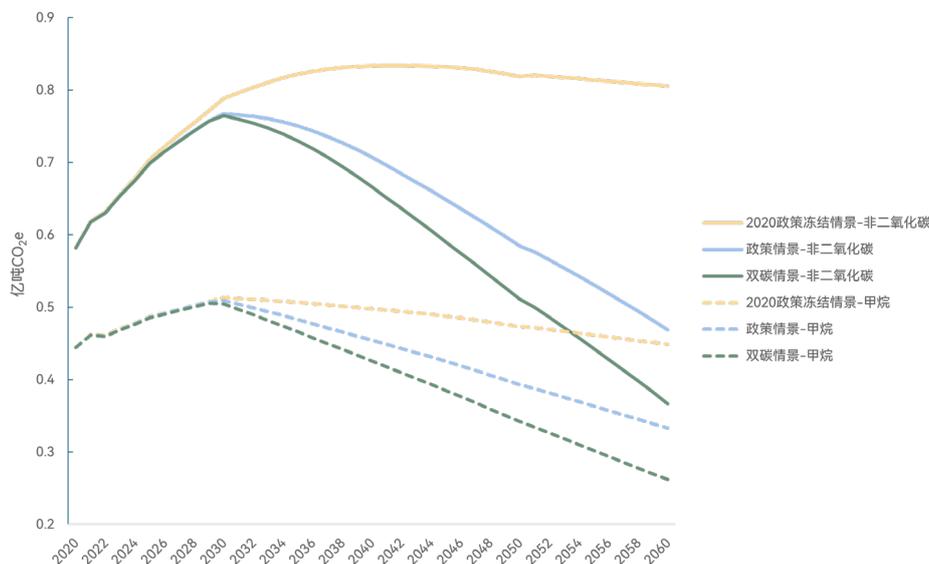
图 14 三个情景下江西省温室气体和二氧化碳分部门排放 (2020-2060)



来源：江西 EPS 模型结果

2020 年，甲烷排放约占江西省非二氧化碳排放的 76%。根据模型结果，相较于 2020 政策冻结情景，在政策情景和双碳情景下，非二氧化碳及甲烷排放均在 2030 年达到峰值后显著下降。到 2060 年，甲烷排在政策情景和双碳情景下预计分别降至约 3300 万吨 CO₂e 和 2600 万吨 CO₂e，相比峰值分别减少约 1800 万吨和 2400 万吨 CO₂e。

图 15 三个情景下江西省非二氧化碳和甲烷排放 (2020-2060)



来源：江西 EPS 模型结果

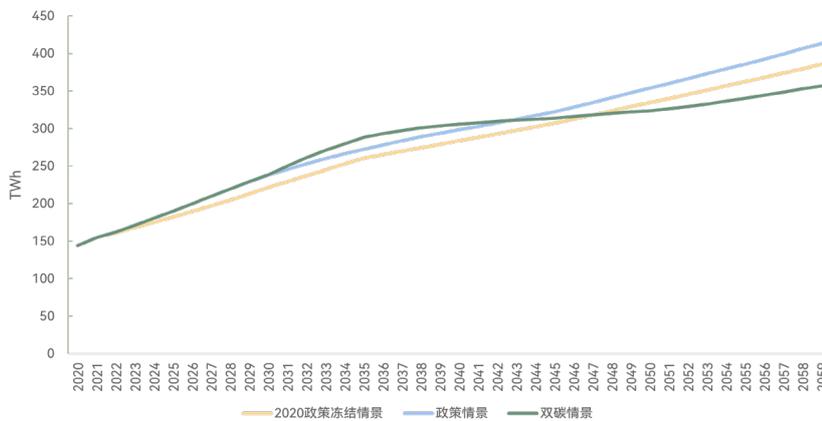
(三) 主要部门

1. 电力部门

江西省作为中国能源转型的重点区域，其电力需求增长在很大程度上决定了省内碳排放的演变趋势。电力部门的碳减排进展对江西省实现 2060 年碳中和目标至关重要，而电力需求变化是影响发电结构优化和规模扩张的关键因素。随着城镇化的持续推进、产业结构的高质量转型以及终端部门电气化水平的不断提高，预计江西省电力需求将保持长期增长态势。

在双碳情景下，电力需求增速于 2035 年后逐步放缓。在 2020 政策冻结情景、政策情景和双碳情景下，至 2060 年江西省电力需求较 2020 年分别增长了 2.72、2.92 和 2.50 倍。相较之下，双碳情景尽管初期增速较快，但在中后期受益于电力需求管理及终端能效提升政策力度等因素，需求增长得到更有效的控制。

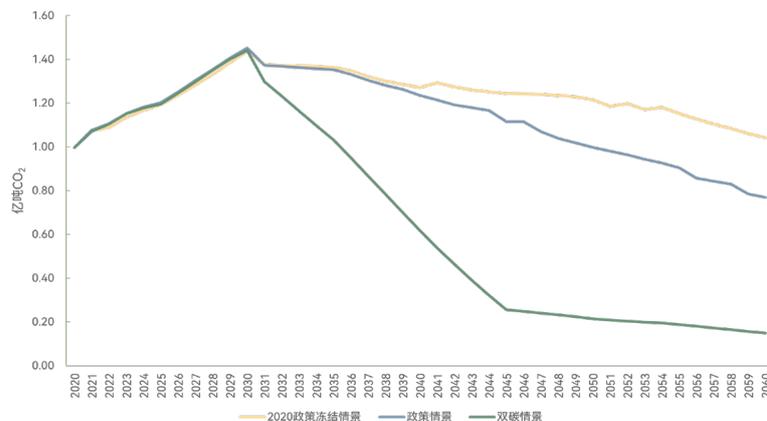
图 16 三个情景下江西省电力需求变化 (2020-2060)



来源：江西 EPS 模型结果

在三个情景下，江西省电力部门预计于 2030 年实现碳排放达峰。政策情景与双碳情景的峰值水平略高于 2020 政策冻结情景，分别约为 1.45 亿吨 CO₂ 和 1.44 亿吨 CO₂，这主要归因于短期内可再生能源发电扩张速度相对滞后，难以完全满足快速增长的电气化需求。在碳达峰与碳中和目标的约束下，双碳情景展现出更为显著的减排趋势。峰值之后，得益于碳捕集与封存 (CCS/CCUS) 技术的部署及煤电逐步退出，电力部门碳排放进入加速下降阶段。然而，到 2060 年部分火电机组仍保留约 1500 万 CO₂ 排放，反映出在电力系统调峰需求下，火电仍将在一定程度上发挥支撑作用。

图 17 三个情景下江西省电力部门二氧化碳排放 (2020-2060)



来源：江西 EPS 模型结果

江西省电源结构正加速向清洁化与低碳化转型。2023年，全省可再生能源发电装机容量首次超越煤电，占全省发电装机总容量的50.1%¹¹。2022年，可再生能源发电占比达25.3%，标志着清洁能源在电力供应中日益重要。在双碳情景下，模型预测到2030年，煤电装机容量占比将降至35%，煤电发电量占比将减少至57%；可再生能源装机容量占比将增至64%，其发电量占比将提升至41%。到2060年，煤电装机容量和发电量占比将进一步下降至21%和18%，而可再生能源装机容量和发电量占比预计将上升至78%。

表 6 三个情景下江西省煤电和可再生能源装机和发电量占比

情景	指标	2030	2035	2040	2045	2050	2060
2020 政策冻结情景	煤电本地发电量占比	67%	51%	42%	37%	32%	20%
	煤电装机容量占比	41%	27%	24%	25%	26%	28%
	可再生本地发电量占比	31%	47%	52%	51%	49%	41%
	可再生装机容量占比	57%	72%	74%	71%	67%	57%
政策情景	煤电本地发电量占比	62%	59%	46%	37%	27%	14%
	煤电装机容量占比	38%	34%	25%	21%	21%	20%
	可再生本地生发电量占比	36%	38%	51%	58%	56%	47%
	可再生装机容量占比	60%	65%	74%	77%	74%	67%
双碳情景	煤电本地发电量占比	57%	54%	46%	37%	30%	18%
	煤电装机容量占比	35%	31%	27%	25%	23%	21%
	可再生本地生发电量占比	41%	44%	51%	59%	67%	78%
	可再生装机容量占比	64%	68%	72%	74%	76%	78%

来源：江西 EPS 模型结果

根据模型分析，相较于2020年政策冻结情景，政策情景和双碳情景的煤电装机容量保持稳定，而煤电发电量呈持续下降趋势，双碳情景的煤电退役速度最快。到2030年，政策情景与双碳情景的煤电装机容量均为32GW，发电量分别为138TWh和137TWh；到2035年，两个情景的煤电装机仍保持在32GW，发电量下降至约为121TWh；到2060年，政策情景和双碳情景的煤电装机容量分别为37GW和32GW，发电量降至52TWh和46TWh。

天然气作为低碳转型的过渡能源，主要用于替代部分煤电，以提升电力系统的调节灵活性。三个情景下，燃气装机容量和发电量均呈增长趋势，但双碳情景下的规模较小且增速较为平缓。根据预测，到2060年，政策情景和双碳情景的燃气装机规模分别为9GW和1GW，发电量分别为31TWh和2TWh。

江西省的可再生能源发电主要以风电和光伏为主，装机容量和发电量均呈显著增长。到2030年，在政策情景和双碳情景下，风光装机容量将分别达到53GW和54GW，发电量分别为55TWh和57TWh；到2035年，两个情景下的风光装机容量均将增至92GW，发电量将升至100TWh；到2060年，风电装机容量在两个情景下分别预计达到114GW和111GW，对应发电量为138TWh和132TWh。

¹¹ https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/dt/dfdt/202307/t20230714_1358390.html

图 18 三个情景下江西省电源装机和发电量结构变化

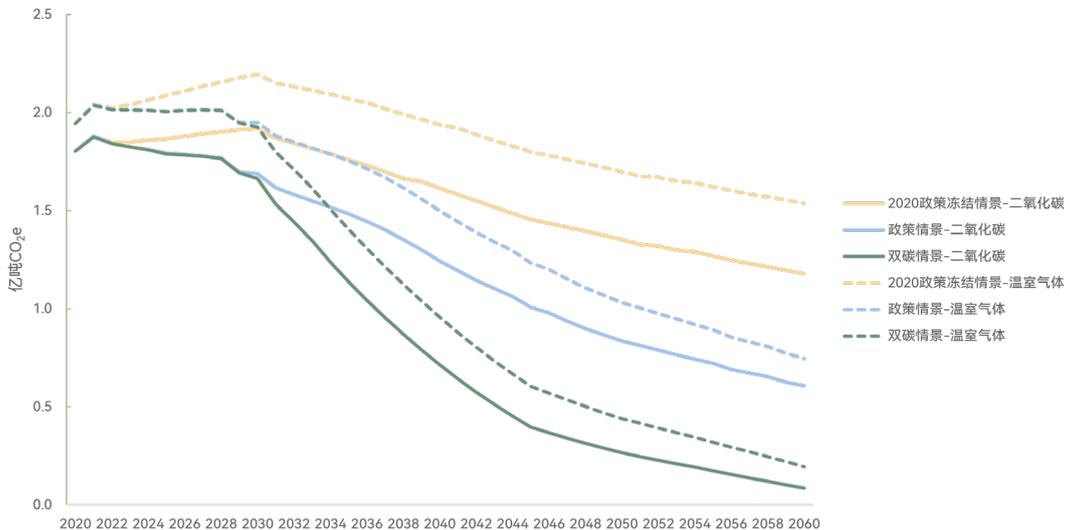


来源：江西 EPS 模型结果

2. 工业部门

在政策情景和双碳情景下，江西省工业部门的温室气体和二氧化碳排放量均于 2021 年达到峰值。相较于 2020 政策冻结情景的峰值水平，政策情景下的温室气体和二氧化碳排放峰值分别降低约 7% 和 2%。在双碳情景下，2030 年后工业部门减排力度进一步加大，到 2035 年，工业部门温室气体和二氧化碳排放量较峰值水平分别下降约 31% 和 39%。到 2060 年，工业部门温室气体排放量降至约 1900 万吨 CO₂e，二氧化碳排放量降至约 800 万吨 CO₂。

图 19 三个情景下江西省工业部门温室气体和二氧化碳排放



注：包含直接和间接排放 来源：江西 EPS 模型结果

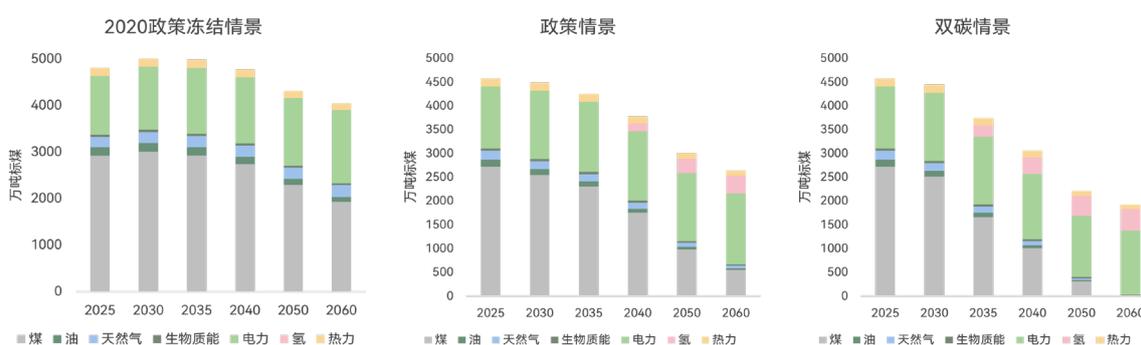
在政策情景和双碳情景下，工业终端能源消费均于 2025 年达到峰值后逐步下降，能源消费结构呈现显著低碳化趋势。其中，在加速推进电气化和实施更为积极的节能政策措施下，双碳情景下煤炭消费占比从 2025 年的 59% 快速下降至 2060 年的 0%，实现了煤炭在工业终端能源消费中的全面淘汰。同时，煤炭消费占比的下降与工业电气化率的提升表现出明显的负相关关系，双碳情景的工业电气化率从 2025 年的 29% 显著提升至 2060 年的 70%。

表 7 三个情景下江西省工业部门低碳发展指标

情景	低碳发展指标	2025	2030	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	煤炭消费占工业终端消费占比	61%	60%	59%	57%	53%	48%
	工业电气化率	26%	27%	28%	30%	34%	39%
政策情景	煤炭消费占工业终端消费占比	59%	57%	54%	46%	33%	21%
	工业电气化率	29%	32%	35%	39%	47%	56%
双碳情景	煤炭消费占工业终端消费占比	59%	56%	44%	33%	14%	0%
	工业电气化率	29%	32%	38%	45%	58%	70%

注：不包含原料用煤 来源：江西 EPS 模型结果

图 20 三个情景下江西省工业终端燃料消费结构



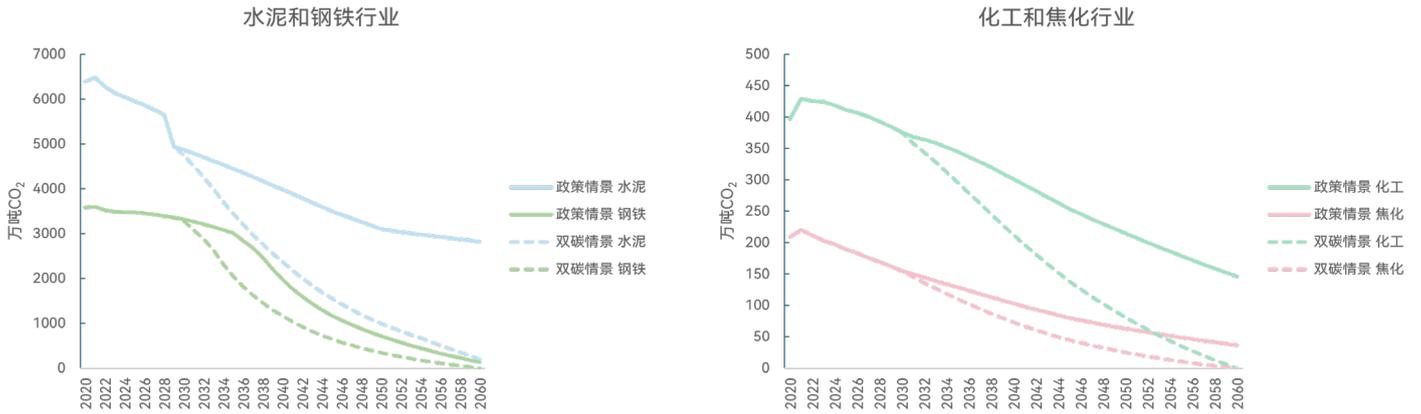
注：不包含原料用煤 来源：江西 EPS 模型结果

位居江西省工业部门碳排放首位的水泥行业，其排放总量超过其他所有行业的总和，钢铁、化工、焦化及有色金属等高耗能行业依次构成主要排放源。模型预测表明，在政策情景和双碳情景下，高耗能行业均于 2025 年前达到峰值，其中双碳情景下的排放下降趋势更为显著。

江西作为全国重要的水泥生产基地，其水泥行业二氧化碳排放已达峰。峰值后的快速下降对推动江西省工业部门整体实现碳中和目标至关重要。在双碳情景下，到 2035 年，水泥行业碳排放量较峰值水平下降约 47%，到 2060 年降至约 194.5 万吨。钢铁行业在双碳情景下，到 2035 年碳排放量较峰值水平下降约 43%，并于 2060 年实现零排放目标。化工和焦化行业在双碳情景下，到 2035 年碳排放分别较峰值水平下降约 40% 和 50%，到 2060 年均实现零排放。

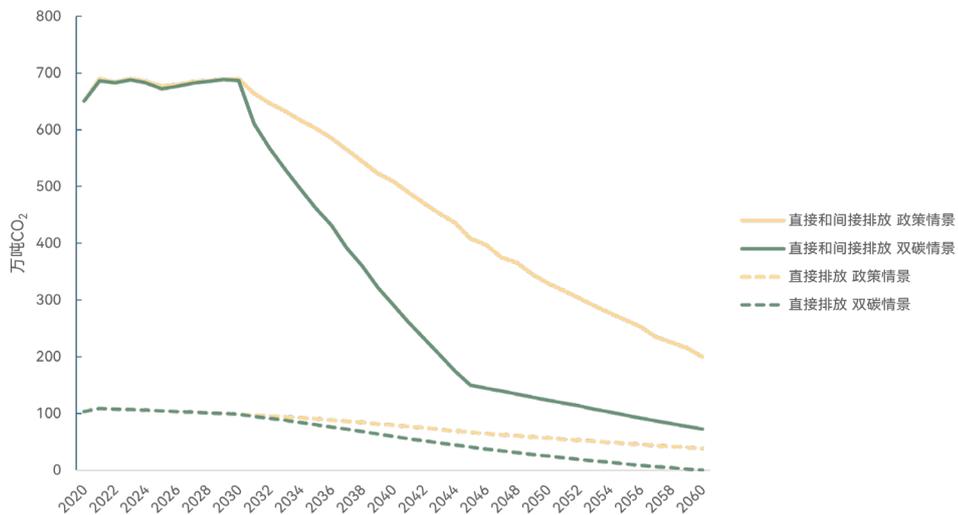
在有色金属领域，江西省作为全国铜产业的主要生产基地，其中铜冶炼行业占据核心地位。有色金属行业主要依赖电力驱动，但由于电力结构中化石燃料占比较高，间接碳排放压力较大。2020 年，有色金属行业碳排放量（含间接排放）较直接排放高出 550 万吨 CO₂，占全省工业部门碳排放总量的 2%。在双碳情景下，通过大幅度提升电力结构中可再生能源比例以实现电力清洁化，对推动有色金属行业实现深度脱碳具有重要意义。到 2035 年，有色金属行业碳排放量较峰值水平下降约 30%，到 2060 年，在清洁电力的支撑下，碳排放量进一步降至约 73 万吨 CO₂。

图 21 三个情景下江西省重点高耗能行业碳排放



注：仅包括二氧化碳直接排放 来源：江西 EPS 模型结果

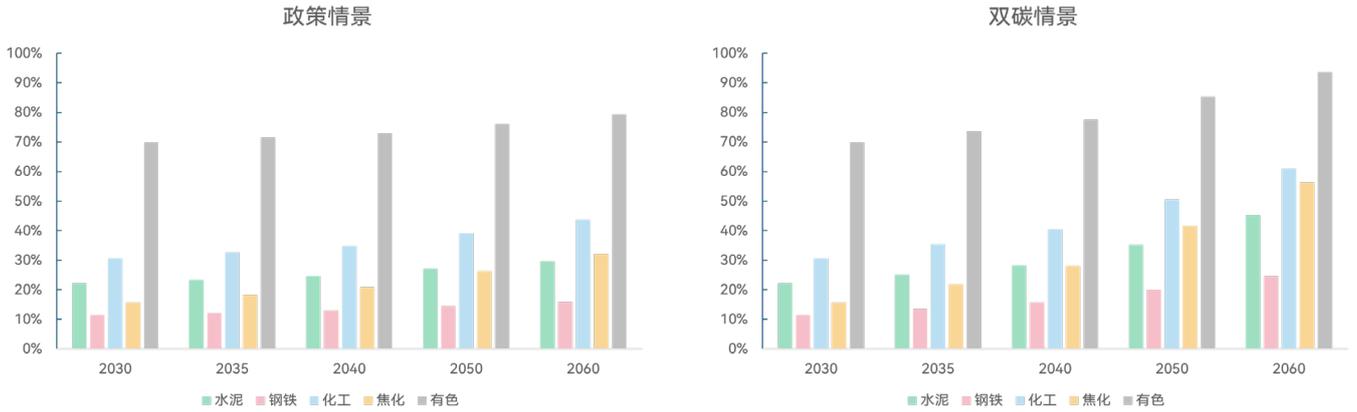
图 22 三个情景下江西省有色金属行业碳排放



来源：江西 EPS 模型结果

高耗能行业电气化是江西省实现碳中和的重要抓手，尤其体现在利用电力和氢能替代化石燃料，为工业生产提供中高温热需求。在双碳情景下，电气化率的提升尤为显著，特别是在 2040 年后呈现明显的加速趋势。模型预测显示，在政策情景下，到 2060 年，江西省水泥、钢铁、化工、焦化及有色金属行业的电气化率分别达到 30%、16%、44%、32% 和 79%。而在双碳情景下，通过进一步推动电力和氢能的广泛应用，这些行业的电气化率预计将分别提升至 45%、24%、61%、56% 和 94%。

图 23 江西省重点高耗能行业电气化率预测

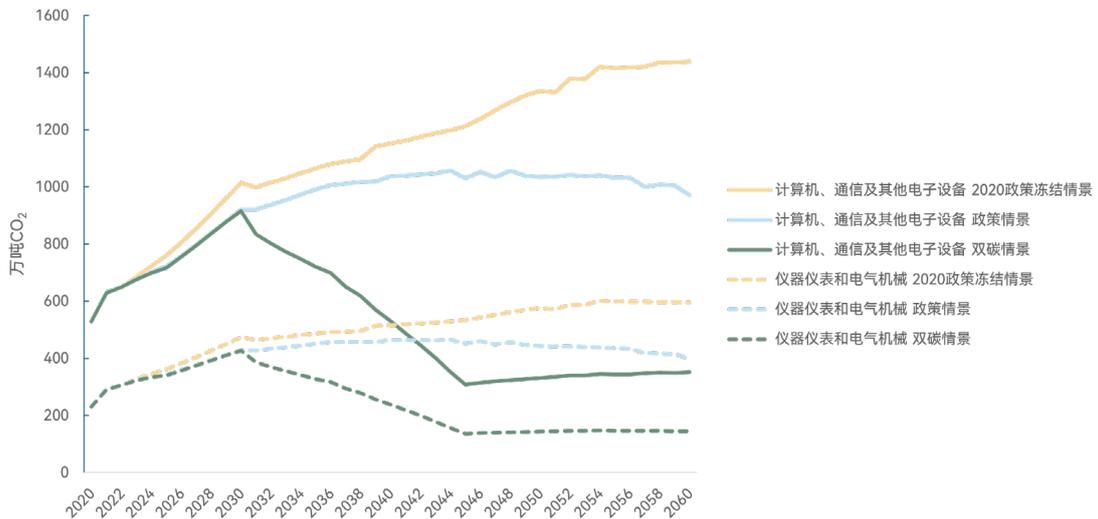


来源：江西 EPS 模型结果

根据《江西省碳达峰实施方案》，在“十五五”期间，江西省战略性新兴产业和高新技术产业的占比显著提高。这些产业是经济增长的重要引擎，但其碳排放高度依赖电力部门的减排进展。由于江西省电力行业能源结构仍以化石燃料为主，电力碳排放强度成为限制其减排潜力的关键因素。

在 2020 政策冻结情景下，计算机、通信及其他电子设备和仪器仪表及电气机械的碳排放持续增长，到 2060 年分别超过 1400 万吨 CO₂ 和 500 万吨 CO₂。在政策情景下，这两个行业的碳排放预计于 2044 年达峰后趋于平稳，分别维持在约 1000 万吨 CO₂ 和约 400 万吨 CO₂ 的水平。在双碳情景下，通过推动电力深度清洁化，同时结合能源效率提升及工艺优化，这两个行业的碳排放均于 2030 年前后达峰后显著下降。到 2060 年，计算机、通信及其他电子设备的碳排放降至约 350 万吨 CO₂，仪器仪表及电气机械行业的碳排放降至约 150 万吨 CO₂。

图 24 三个情景下江西省重点新兴行业碳排放

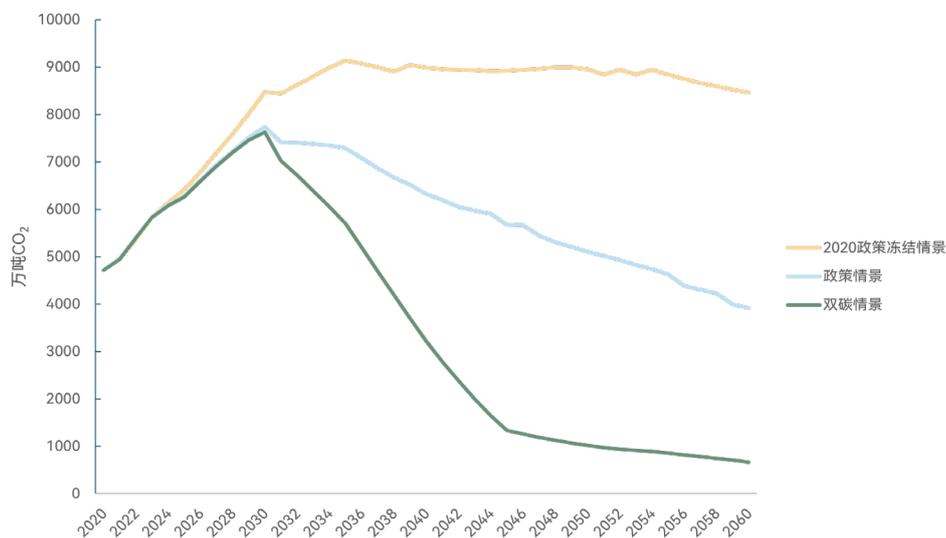


注：包括直接排放和间接排放 来源：江西 EPS 模型结果

3. 建筑部门

根据模型预测，在政策情景和双碳情景下，江西省建筑部门二氧化碳排放均于 2030 年达到峰值，分别为 7734 万吨和 7625 万吨 CO₂。到 2060 年，双碳情景下江西省建筑部门二氧化碳排放量大幅下降至约 670 万吨。

图 25 三个情景下江西省建筑部门二氧化碳排放



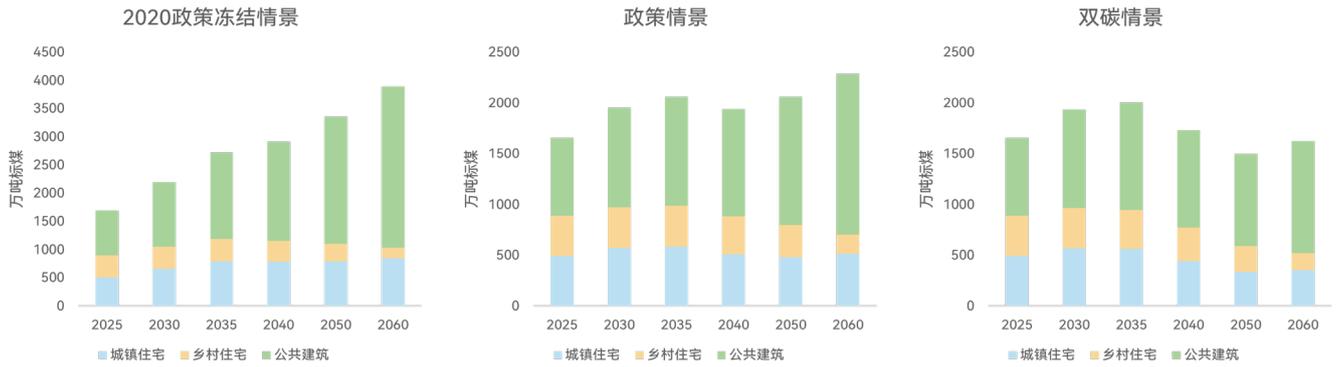
注：包括直接排放和间接排放 来源：江西 EPS 模型结果

根据模型结果，在双碳情景下，江西省建筑部门运行能耗预计于 2035 年达到峰值，峰值水平约为 2016 万吨标准煤。从建筑类型来看，公共建筑能耗在江西省建筑总能耗中占据较大比例。2035 年后，公共建筑能耗呈逐步下降趋势，但自 2047 年起出现反弹。这一反弹主要受经济与社会发展水平提升的驱动，公共建筑（如商业建筑和办公场所）的使用强度增加，反映了城镇化进程加速与服务业扩张的影响。此外，节能技术与建筑标准虽然在初期显著降低能耗，但随着节能潜力逐步被挖掘，效率提升的边际效益逐渐递减，导致公共建筑能耗下降趋势于 2040 年趋缓，并于 2046 年开始小幅回升。预计到 2060 年，公共建筑能耗将达约 1100 万吨标准煤。

城镇建筑能耗在双碳情景下于 2053 年出现小幅回升，主要受城镇化率提高和居住需求增长的影响。相比之下，乡村建筑能耗自 2035 年起持续显著下降，这与农村地区人口减少、建筑更新以及节能技术加速应用密切相关。到 2060 年，城镇建筑和乡村建筑运行能耗预计分别降至约 350 万吨标准煤和 170 万吨标准煤。



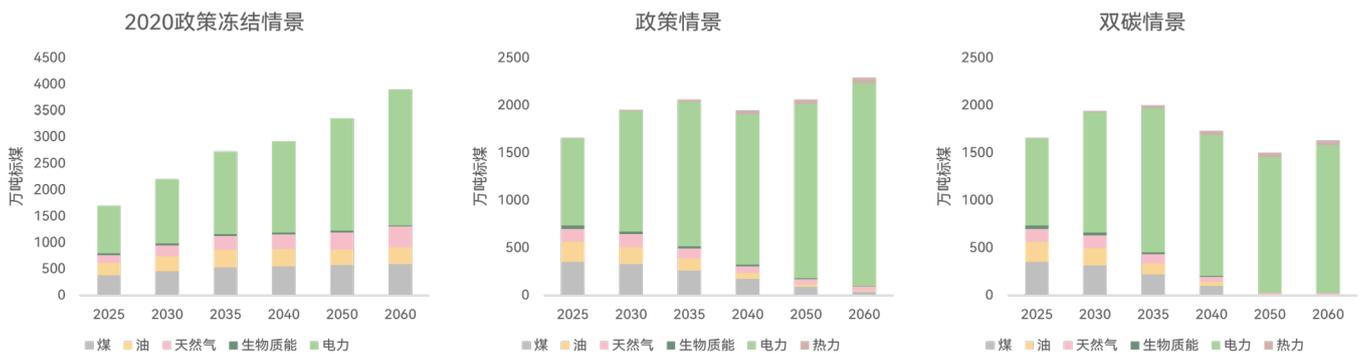
图 26 三个情景下江西省分建筑类型能耗变化



来源: 江西 EPS 模型结果

在终端能源消费结构方面, 到 2060 年, 江西省建筑部门的能源消费将以电力为主, 热力和天然气等其他能源的消耗占比相对较小。在双碳情景下, 建筑部门电气化率显著提升, 分别在 2030 年、2035 年和 2060 年达到 65%、76% 和 96%。

图 27 三个情景下江西省建筑部门能源消费结构



来源: 江西 EPS 模型结果

表 8 三个情景下江西省建筑电气化率

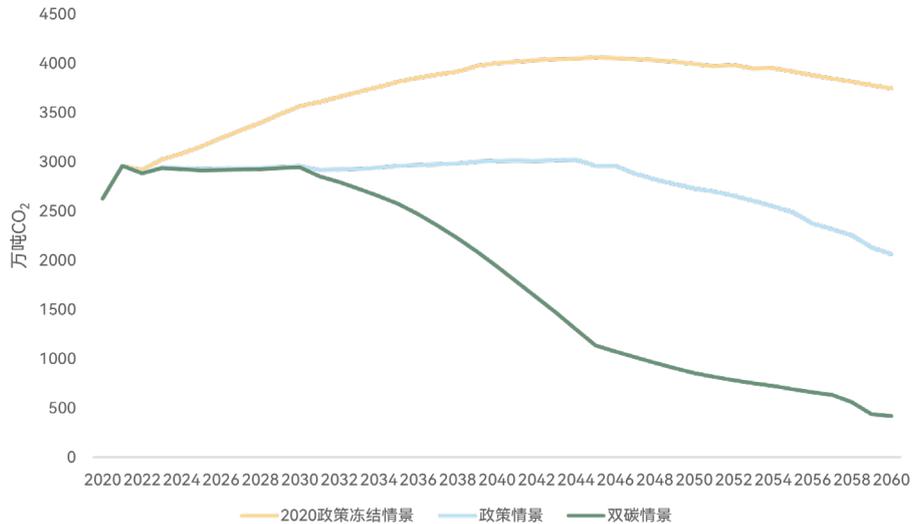
情景	2025	2030	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	53%	55%	57%	59%	63%	66%
政策情景	56%	65%	74%	81%	89%	93%
双碳情景	55%	65%	76%	86%	95%	96%

注: 不包括分布式 来源: 江西 EPS 模型结果

4. 交通部门

在政策情景下，江西省交通部门二氧化碳排放¹²预计将于2044年达到峰值，而在双碳情景下，二氧化碳排放已提前达峰，未来呈缓慢下降的趋势。

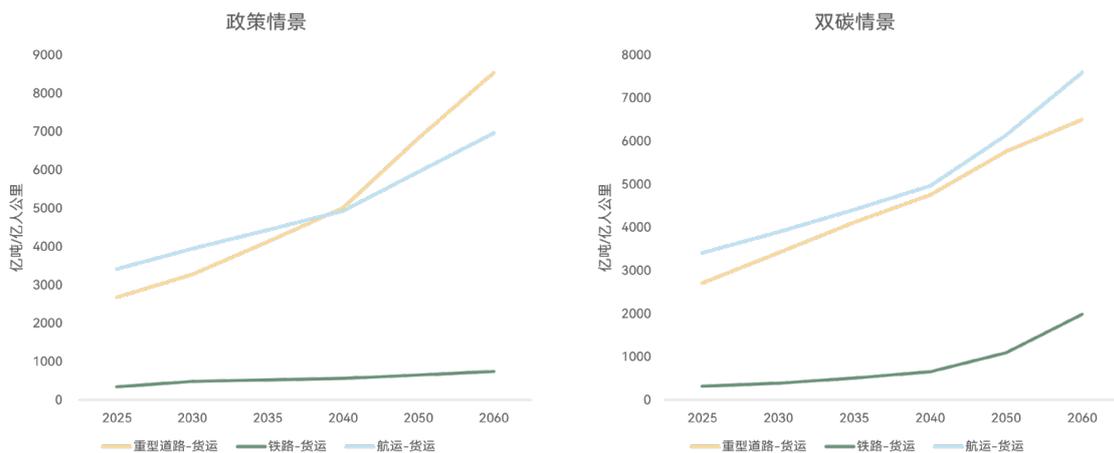
图 28 三个情景下江西省交通部门二氧化碳排放



注：包括直接排放和间接排放 来源：江西 EPS 模型结果

江西省作为内陆地区，其货物运输主要依赖于重型公路运输和航运两种方式。《江西省碳达峰实施方案》明确提出，要推动大宗货物及中长距离货物运输“公转铁”“公转水”转型。根据模型分析，在双碳情景下，随着航运基础设施的优化和绿色航运技术的推广，航运在江西省货物运输中的占比将逐渐增大，并在2040年后迎来显著增长。同时，铁路运输将通过完善铁路货运网络、提升运输效率和优化多式联运体系实现稳步增长，预计至2040年铁路货物运输周转量将实现大幅跃升。

图 29 江西省不同交通类型货运周转量变化趋势



来源：江西 EPS 模型结果

¹² 含直接和间接二氧化碳排放

从碳排放强度变化角度来看，江西省道路客运单位周转量碳强度的下降幅度显著高于道路货运。在政策情景下，到2030年和2060年，道路客运单位周转量碳强度较2020年将累计下降53%和97%，道路货运单位周转量碳强度较2020年将分别累计下降约35%和88%。在双碳情景下，这一趋势进一步加剧：到2030年和2060年，道路客运单位周转量碳强度较2020年将累计下降59%和99%，道路货运单位周转量碳强度将分别累计下降33%和98%。

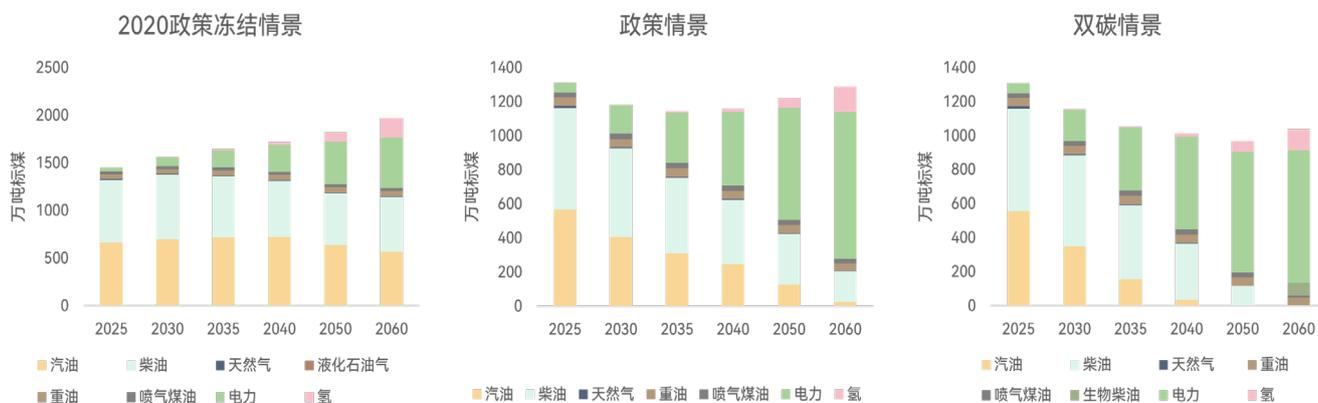
表9 三个情景下江西省交通部门碳排放强度变化

情景	相对于2020年	2030	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	单位周转量碳强度下降率（客运）	24%	31%	37%	49%	59%
	单位周转量碳强度下降率（货运）	15%	30%	43%	59%	64%
政策情景	单位周转量碳强度下降率（客运）	53%	68%	77%	89%	97%
	单位周转量碳强度下降率（货运）	35%	51%	63%	77%	88%
双碳情景	单位周转量碳强度下降率（客运）	59%	83%	96%	98%	99%
	单位周转量碳强度下降率（货运）	33%	52%	67%	89%	98%

来源：江西 EPS 模型结果

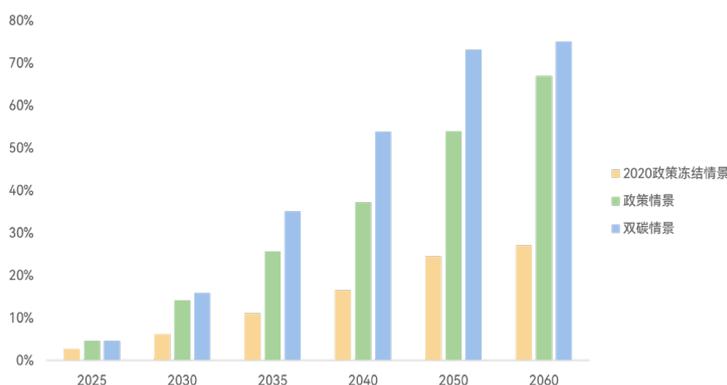
在大力推进交通电气化、提升燃油经济性以及推广绿色燃油政策的驱动下，江西省交通终端能源消费已经达到峰值，并呈现缓慢下降趋势。从能源消费结构来看，传统燃油（如汽油和柴油）的消费比重持续下降，而电力和氢能的比例显著上升。在双碳情景下，到2060年，交通部门的能源结构将以电力、氢能和生物柴油为主。从交通电气化率变化趋势来看，在双碳情景下，江西省交通部门电气化率在前期呈现快速增长态势，并于2050年后趋于平缓。到2030年、2050年和2060年，电气化率分别达到16%、73%和75%。

图30 三个情景下江西省交通部门能源消费结构



来源：江西 EPS 模型结果

图31 三个情景下江西省交通部门电气化率



来源：江西 EPS 模型结果

（四）低碳目标进展

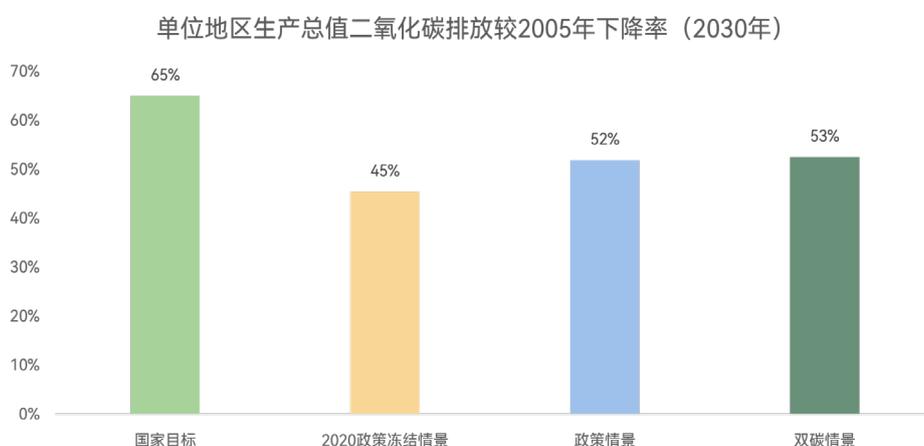
1. 关键指标 2030 年展望

在不同情景路径下，江西省低碳转型的效果可通过对关键指标在 2030 年目标值实现情况的评估进行量化分析。本报告重点关注以下三个关键指标：单位地区生产总值碳强度下降率、非化石能源占一次能源消费比重，以及风光发电装机总量。

- 单位地区生产总值二氧化碳排放较 2005 年下降率

中国提出到 2030 年，单位国内生产总值二氧化碳排放较 2005 年下降 65% 以上的减排目标。根据模型预测，在三种不同情景下，江西省到 2030 年单位 GDP 二氧化碳排放将较 2005 年累计下降 45% 至 53%，尚未达到国家 65% 的减排目标。这一差距的主要原因在于江西省当前经济结构和能源结构仍以高碳排放的煤炭和传统工业为主，尽管近年来清洁能源的比重有所提高，但转型的速度尚未完全跟上减排要求。

图 32 单位地区生产总值二氧化碳排放较 2005 年下降率

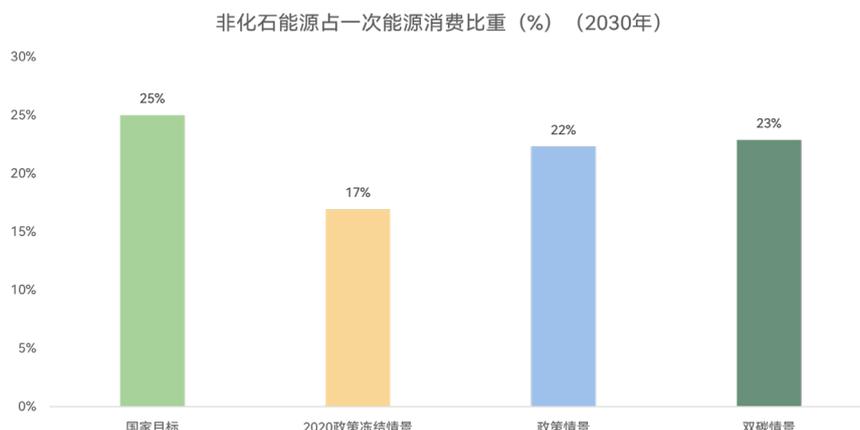


来源：江西 EPS 模型结果

- 非化石能源占一次能源消费比重

与国家在 2030 年非化石能源消费比重达到 25% 左右的减排目标相比，江西省在政策情景和双碳情景下的非化石能源消费占比预计分别达到 22% 和 23%。江西省的能源消费结构依赖传统的煤炭、石油等化石能源，特别是在工业和电力生产领域，煤炭仍占据主导地位。此外，江西省的能源消耗增长与经济发展密切相关，尤其是在工业化进程中，能源需求增长较快，但非化石能源的供应能力与替代速度尚未达到预期水平。

图 33 非化石能源占一次能源消费比重

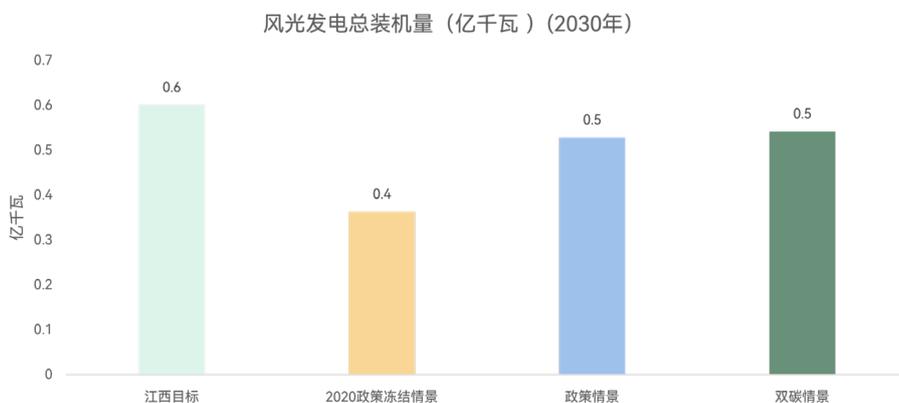


来源：江西 EPS 模型结果

- 风电光伏发电总装机容量

江西省提出了到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 0.6 亿千瓦的目标。然而根据模型预测，在政策情景和双碳情景下，预计风光发电总装机容量约为 0.5 亿千瓦，略低于目标值。主要原因在于技术成熟度、设备成本和项目审批等因素限制了新能源装机的快速增长；此外，电网消纳能力不足，部分省内地区的新能源接入基础设施仍较为薄弱，影响了整体装机容量的提升。

图 34 风电光伏发电总装机容量（包括分布式光伏）



来源：江西 EPS 模型结果

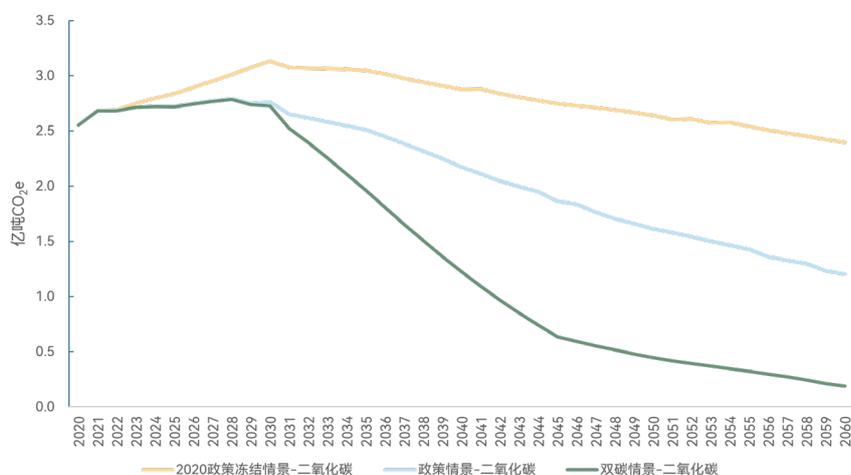
2. “十五五”节能降碳目标设定

江西省“十五五”节能降碳目标的设定是推动经济向低碳化转型的重要战略举措。在全国一盘棋下，为江西省实现 2060 年碳中和目标提供有力支撑，江西省“十五五”节能降碳目标应围绕以下几个关键指标和目标设定。

- 二氧化碳排放总量控制目标

在“十五五”期间（2026-2030），江西省的二氧化碳排放可能进入稳定平台期，适时设定二氧化碳排放总量控制目标显得尤为重要，建议将二氧化碳总量控制目标设定为 2.8 亿吨以内。根据模型预测，在政策情景和双碳情景下，江西省的二氧化碳排放将于 2028 年达峰，预计峰值约为 2.8 亿吨，比 2020 政策冻结情景下的峰值水平下降约 11%。从 2030 年开始，由于政策设置的强化，双碳情景下的二氧化碳排放将呈现更为迅速的下降趋势，并预计在 2060 年实现接近零排放的目标。

图 35 不同情景下二氧化碳排放量变化（2020-2060）¹³



来源：江西 EPS 模型结果

¹³ 二氧化碳排放包括能源活动相关碳排放和工业过程二氧化碳排放，2060 年排放考虑 CCUS，但未考虑碳汇。

综合考虑经济发展需求与碳减排能力，建议江西省在“十五五”期间将 2035 年二氧化碳排放量相较峰值水平下降 10%-29% 设定为过渡性指导性指标。根据模型预测，若延续当前江西省 1+N 双碳目标框架下的政策实施力度，2035 年二氧化碳排放量相较峰值预计将下降约 10%，到 2060 年排放量降至约 1.2 亿吨左右。而在双碳情景下，由于更强的政策干预和技术进步的驱动，2035 年二氧化碳排放量相较峰值可实现 29% 的下降，到 2060 年排放量进一步降至约 2000 万吨，接近近零排放目标。实现双碳情景的深度减排路径，需要江西省在政策设计上更加强调技术创新的推广，加速高碳行业的机构优化和深度低碳转型，以及提升碳捕集与封存（CCS）等前沿技术的应用规模，为实现 2060 年接近近零排放提供技术支撑与政策保障。

表 10 不同情景下达峰年份、2035 年和 2060 年二氧化碳排放量

情景	达峰		2035 年		2060 年	
	年份	排放量 (亿吨)	排放量 (亿吨)	相对于峰值下降率	排放量 (亿吨)	相对于峰值下降率
2020 政策冻结情景	2030	3.1	3.0	3%	2.4	23%
政策情景	2028	2.8	2.5	10%	1.2	57%
双碳情景	2028	2.8	2.0	29%	0.2	93%

来源：江西 EPS 模型结果

• 单位地区生产总值碳排放累计下降率

在“十五五”期间，建议江西省将单位 GDP 碳排放强度相较 2025 年的累计下降率目标设定为 21%（以 2020 年不变价计算）。根据模型预测，在政策情景和双碳情景下，江西省 2030 年单位 GDP 碳排放强度较 2025 年下降率预计在 20%-21% 之间。

表 11 不同情景碳排放强度下降率(相对于上一个五年年末,2020 年不变价)

情景	2030	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	13%	20%	18%	21%	13%
政策情景	20%	26%	27%	24%	22%
双碳情景	21%	41%	48%	38%	46%

来源：江西 EPS 模型结果

• 终端电气化率¹⁴

在“十五五”期间，建议将终端用能电气化水平纳入核心考核指标，并将目标值设定为 38%。根据模型预测，2020 年江西省终端消费电气化率约为 25%，略低于全国同期平均水平的 26.5%¹⁵。在政策情景和双碳情景下，江西省 2025 年终端电气化率预计达到 30%，与国家提出的 2025 年终端用能电气化水平达到 30% 左右的目标基本一致。进一步预测显示，到 2030 年终端电气化水平有望提升至约 38%。这一目标的设定将有效推动江西省能源结构优化、产业低碳化转型，为绿色高质量发展和实现碳中和目标奠定基础。

表 12 不同情景下终端电气化率

情景	2025	2030	2035	2040	2050	2060
2020 政策冻结情景	28%	30%	34%	36%	42%	47%
政策情景	30%	38%	44%	50%	62%	72%
双碳情景	30%	38%	49%	59%	73%	80%

来源：江西 EPS 模型结果

¹⁴ 本报告终端电气化率均采用热电当量法计算

¹⁵ 《中国电气化年度发展报告 2021》

第四章

碳中和实现路径及社会经济影响

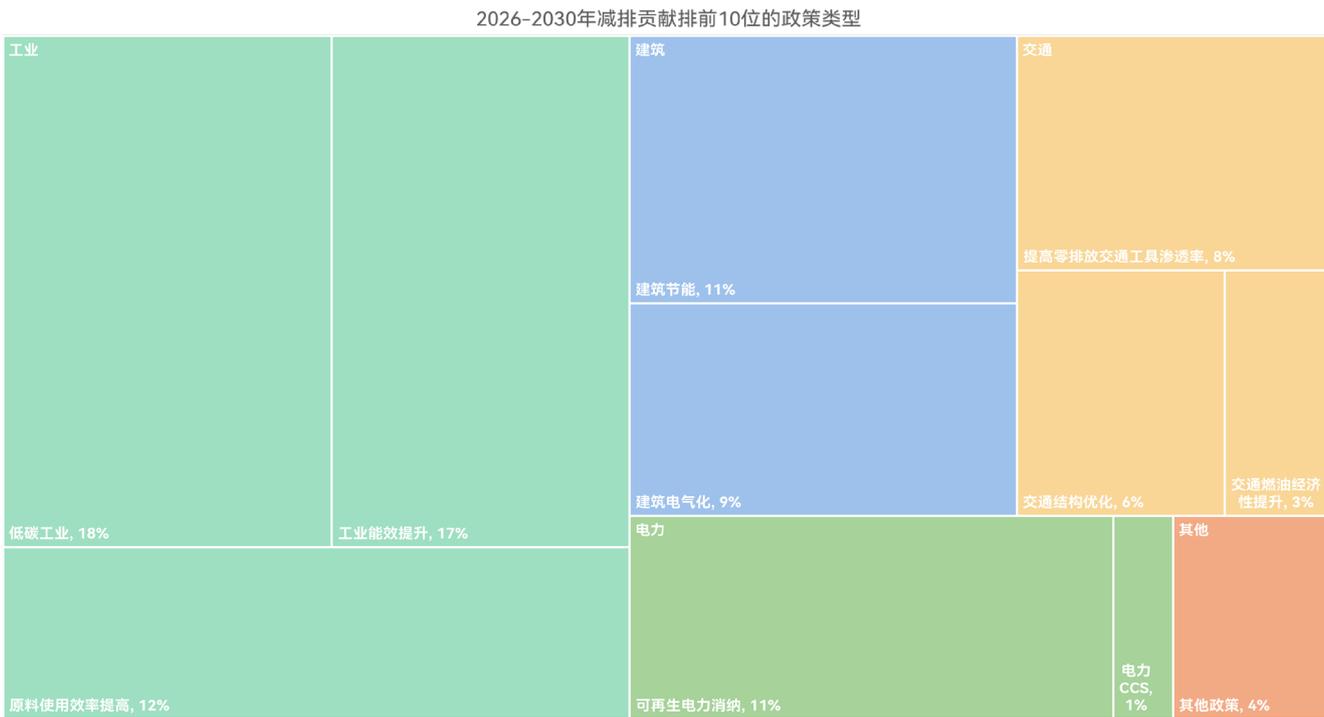
(一) 不同时期重点政策领域及减排贡献

1. 2026-2030 年

根据模型结果，在“十五五”期间，江西省应将工业领域作为减排工作的重点。减排贡献排名前三的政策措施均源于工业领域，分别是推动低碳工业发展（如工业电气化）、提升工业能效以及提高原料使用效率，预计分别贡献 2026-2030 年总减排量的 18%、17% 和 12%。江西省作为传统工业大省，水泥、钢铁等高耗能行业占据较大比重，通过推动产业低碳化转型、加快技术升级和提升资源利用效率，可显著降低工业领域的碳排放强度。

此外，建筑节能改造和可再生电力消纳同样是重要的减排手段，各自贡献了 11% 的减排量。

图 36 2026-2030 年减排贡献前 10 名政策类型



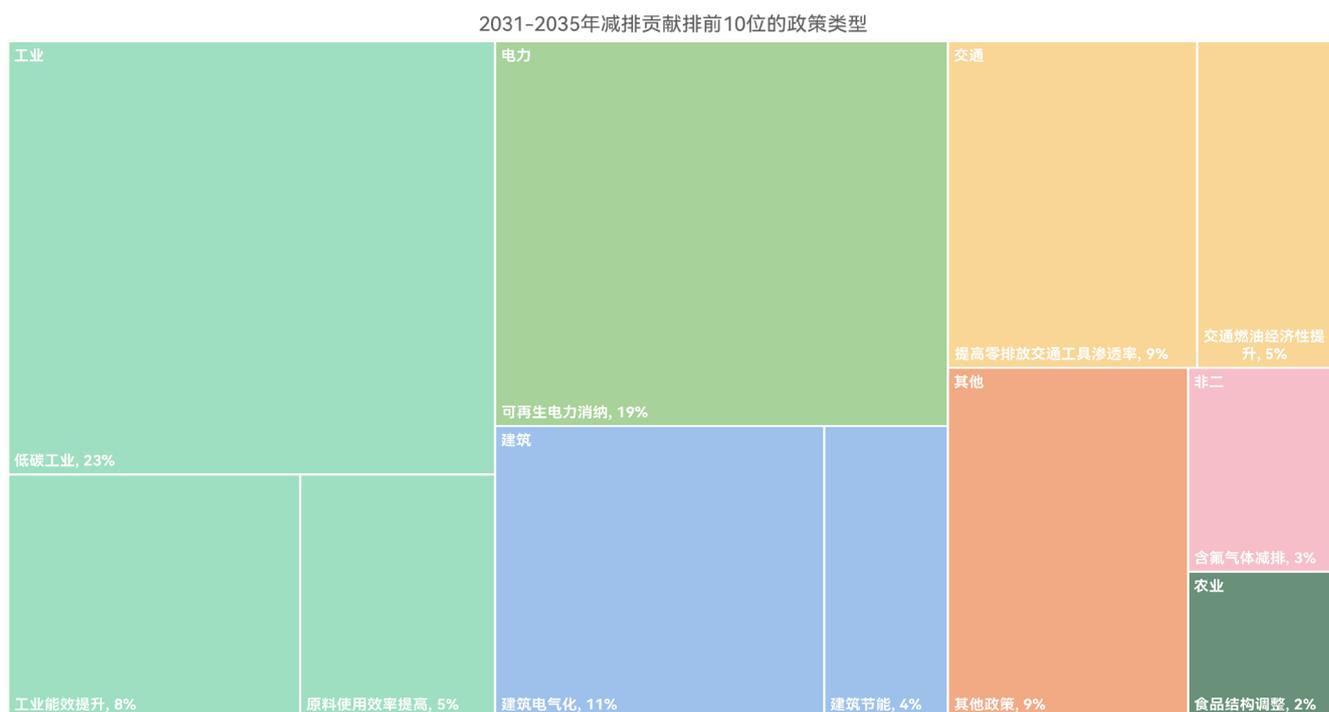
注：其他政策是指前 10 位政策之外的 34 个政策措施的贡献总和 数据来源：江西 EPS 模型结果

2. 2031-2035 年

根据模型预测，在“十六五”期间，低碳工业依然是江西省最关键的减排政策，预计贡献 2031-2035 年总减排量的 23%。这一结果反映出水泥、钢铁等高耗能行业在全省碳排放结构中的重要地位，通过加快工业电气化和推动水泥熟料替代等低碳技术的应用，将成为减排的核心驱动力。此外，可再生电力消纳、建筑电气化、提高零排放交通工具渗透率以及工业能效提升分别占 2031-2035 年总减排量的 19%、11%、9% 和 8%。

模型测算的 44 项政策中，排名前 10 的政策措施贡献了大部分减排量，其余 34 项政策组合的减排量占比为 9%。这表明，江西省在推进碳中和目标过程中，不仅需聚焦重点领域，还需综合运用多元化的政策工具，最大限度挖掘减排潜力。

图 37 2031-2035 年减排贡献前 10 名政策类型

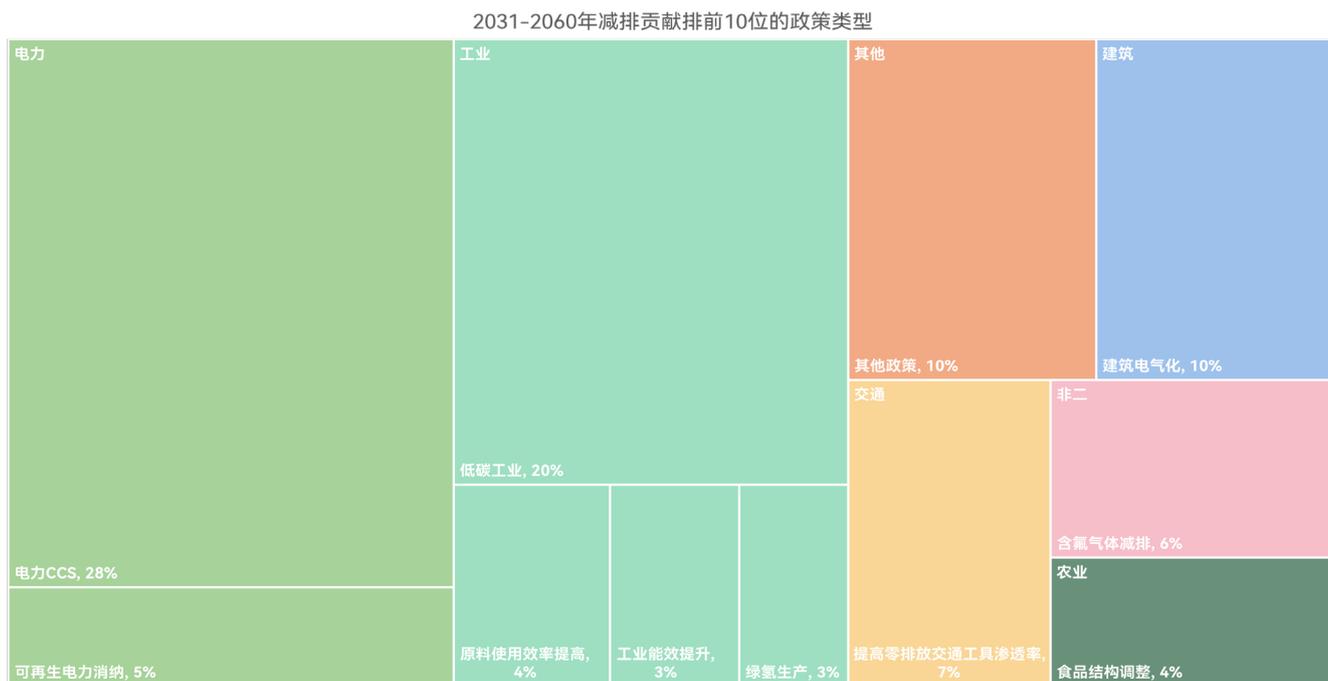


注：其他政策是指前 10 位政策之外的 34 个政策措施的贡献总和 数据来源：江西 EPS 模型结果

3. 2031-2060 年

在 2031-2060 年间，模型预测显示，对江西省实现碳中和目标具有重大减排贡献的前十项政策工具依次为电力 CCS、低碳工业、建筑电气化、提高零排放交通工具渗透率、含氟气体减排、可再生电力消纳、原料使用效率提高、食品结构调、工业能效提升以及绿氢生产。这些政策措施合计贡献了 90% 的减排量。

图 38 2031-2060 年减排贡献前 10 名政策类型



注：其他政策是指前 10 位政策之外的 34 个政策措施的贡献总和 数据来源：江西 EPS 模型结果

（二）投资需求

根据模型预测，在双碳情景下，江西省未来十年（2025-2035 年）重点领域低碳转型的累计投资需求约为 6.2 亿元（以 2020 年不变价计）。在未来 35 年（2025-2060 年），投资需求将进一步攀升至 24.3 万亿元（以 2020 年不变价计）。其中，建筑领域的低碳转型投资需求最大，主要集中于建筑节能改造、电气化应用及分布式光伏的大规模部署。

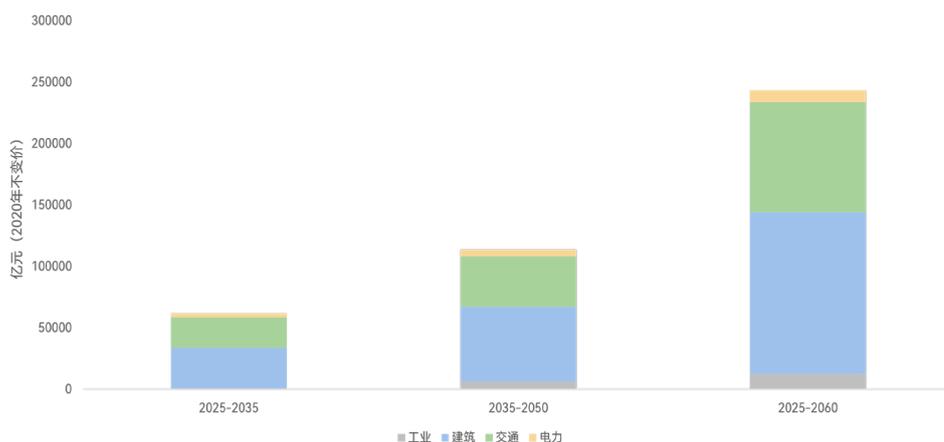
作为中部地区的重要省份，江西省正处于快速城市化阶段，建筑领域的低碳需求尤为突出。基于 EPS 测算，建筑领域的投资需求主要源于既有建筑节能改造、绿色建筑推广、电气化应用以及分布式光伏的规模化应用等政策驱动。在未来十年（2025-2035 年），上述领域的投资需求预计将达到 3.3 万亿元（以 2020 年不变价计），而在未来 35 年（2025-2060 年），投资需求增至 13.1 万亿元（以 2020 年不变价计）。

交通领域位列第二，重点投资方向为新能源汽车普及以及充换电基础设施建设。EPS 模型评估，在交通电气化、氢能应用、燃油经济性提升及交通运输结构优化等政策驱动下，未来十年（2025-2035 年）江西省交通领域的投资需求将主要集中在电动交通工具购置、电动充电基础设施建设以及氢能基础设施布局，累计投资需求预计为 2.5 万亿元（以 2020 年不变价计）。至未来 35 年（2025-2060 年），投资需求预计将增至 9 万亿元（以 2020 年不变价计）。

工业领域的低碳转型投资需求主要集中于高耗能产业的绿色化改造、能源效率提升以及新型工业化技术应用，这与江西省推动传统产业转型升级和新兴产业发展的目标相契合。根据 EPS 模型，未来十年（2025-2035 年），江西省在过程排放控制设备、CCS 技术设备、氢能生产设备购置等领域的投资需求预计为 583 亿元（以 2020 年不变价计）。至未来 35 年（2025-2060 年），这一需求将增至 1.3 万亿元（以 2020 年不变价计）。

在电力部门，投资需求主要来源于清洁能源发电装机的扩张以及电网的现代化改造。EPS 模型评估显示，未来十年（2025-2035 年），电力领域的投资需求将集中于电网储能、新增电源及 CCS 技术设备的购置等方面，总投资需求预计为 0.3 万亿元（以 2020 年不变价计）。至未来 35 年（2025-2060 年），这一需求将增至 0.9 万亿元（以 2020 年不变价计）。

图 39 碳中和路径下江西省重点部门低碳投资需求



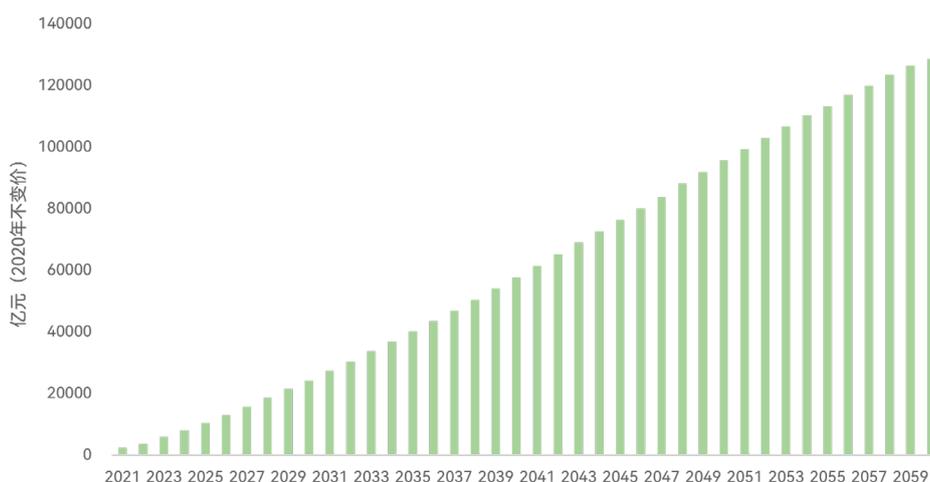
数据来源: 江西 EPS 模型结果

(三) GDP 增长和就业影响

实现碳中和目标将对显著推动江西省 GDP 长与就业岗位的增加。基于模型估算, 以 2020 年为基准, 双碳政策的实施对区域经济的拉动作用逐步显现, 自 2021 年起 GDP 增量相较 2020 年呈持续上升趋势, 并在 2055 年后增长逐渐放缓。预计到 2035 年, 江西省 GDP 相较 2020 年将增加约 4 万亿元, 到 2060 年增幅将达约 12.9 万亿元。

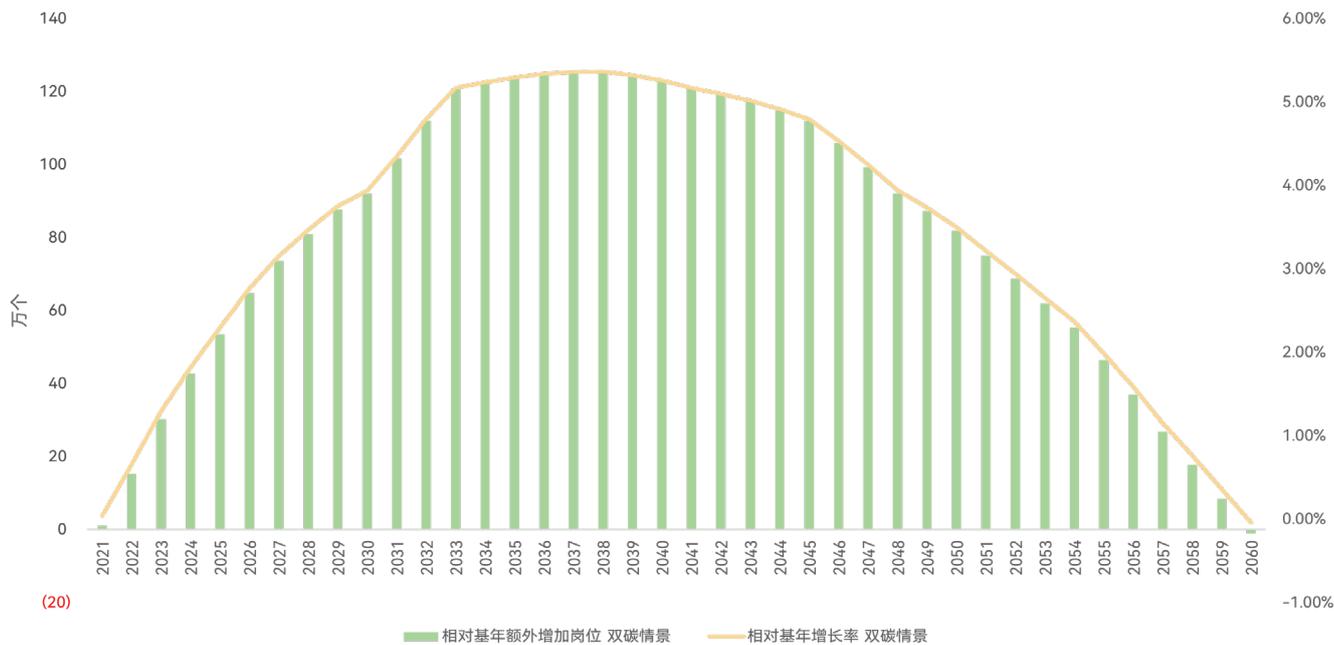
模型预测显示, 双碳政策实施对江西省就业增长具有显著拉动作用, 尤其在 2035 年前效果尤为明显。2021 至 2035 年间累计新增就业岗位 1122 万个, 2035 至 2060 年增长放缓, 累计新增 2069 万个。新增岗位主要分布于现代服务业、纺织业以及计算机、通信和电子设备制造业, 反映了“双碳”目标驱动下江西省就业结构的优化与产业升级, 对就业稳定与经济转型发挥了重要支撑作用。

图 40 双碳情景下江西省 GDP 变化情况(相对于 2020 年)



数据来源: 江西 EPS 模型结果

图 41 双碳情景下江西省就业岗位变化情况



数据来源：江西 EPS 模型结果



第五章

总结及政策建议

江西省能源自给能力有限，因此从能源需求侧入手，在保障经济持续健康发展的前提下，严格控制能源消费的增长、将新增的和已有的能源消费需求转变为更清洁的能源是实现“双碳”目标的重要方向。

（一）构建新型电力系统，着力提升可再生能源电力消纳比例

随着各终端部门电气化进程加速，江西省亟需通过加速推进发电能源结构转型，确保现行可再生能源发展规划特别是消纳目标的全面落实。模型模拟结果显示，2030年前，提高本地可再生能源发电占比是累计减排贡献最大的政策。根据江西省能源局发布的通知，拟设定2025年全省新能源利用率不低于95%，实现新能源最大利用和平稳消纳。目前江西省水电开发已趋饱和，光伏和风电仍有一定可开发潜力。建议采取自上而下的政策导向，通过提高可再生能源消纳责任权重指标，驱动电源结构优化升级；同时推行“新能源+储能”协同发展模式，通过配置储能设施提升系统消纳能力，降低弃风弃光率，增强电网运行韧性。

此外，针对省内新能源资源禀赋约束，建议加快引入省外清洁电力资源，推动与绿电资源富集地区签订长期绿色电力交易协议。统筹优化跨区域电力输送通道布局，推进建设新能源电力特高压直流入赣通道，增强绿色电力接入与消纳能力。

（二）推动重点行业减碳提效，稳步提升工业电气化水平

江西省火力发电、水泥与钢铁行业碳排放占比高，因此全省碳达峰目标的实现，需加强电力行业低碳转型，严格控制钢铁、水泥等重点耗能产品产量，提高项目单位增加值能耗准入标准。结合江西产业结构和资源条件，积极推进新型燃料与低碳原料替代。加快在水泥、钢铁等重点用煤行业推广电能、生物质能、氢能等低碳替代能源，稳步压减化石能源消费强度。推行重点用煤产业燃料替代，低碳水泥熟料等低碳原料替代，推动燃料替代与原材料减碳协同应用，探索具有江西特色的负碳技术路径。

在工业领域低碳转型战略中，推进终端用能电气化进程是实现碳达峰碳中和的关键路径。江西省已制定与国家战略相衔接的工业电气化发展目标，针对本省重工业主导的产业结构特征，着力推进钢铁、建材、石化化工等重点领域电能替代进程，以减少煤电消费的间接排放。根据江西省工业和信息化厅等部门印发的《江西省加快推动制造业绿色化发展实施方案》，提出推进工业用能电气化，扩大电锅炉、电窑炉、电动力等应用，支持在南昌、九江、赣州、宜春等工业负荷大、资源条件好的地区建设绿色供电示范园区。根据调研情况，省内虽已初步形成氢能产业规划布局，但相关技术尚处于技术储备阶段。鉴于工业生产过程的深度脱碳需求，亟需加快构建氢基工业体系，对氢能制储运输、氢能煅烧等低碳技术的探索。

（三）构建“分布式光伏+地热能”协同开发体系，重点布局公共建筑清洁供能与农村光伏规模化应用

江西省建筑可利用屋顶面积较大，且光伏开发潜力尚未充分释放。伴随新型城镇化与电气化进程加速，城镇和乡村电力需求呈现持续增长态势。分布式光伏系统凭借“自发自用、余电上网”的运营特性，既是建筑用能低碳转型的关键路径，又能通过能源收益共享机制赋能乡村振兴。尽管农村建筑能耗基数较低，但其丰富的屋顶资源及闲置土地储备为光伏规模化应用创造了有利条件。此外，江西省水域面积广阔，具备发展水面光伏的优越条件，鼓励利用库区、滩涂等低效水面资源，发展漂浮式光伏电站，探索“渔光互补”“农光互补”等复合利用模式，有助于缓解土地资源紧张、拓展新能源空间布局。建议加强对水面光伏与渔业、生态保护的统筹协调，完善水域分类管理和开发许可机制，推动水面光伏规范有序发展。

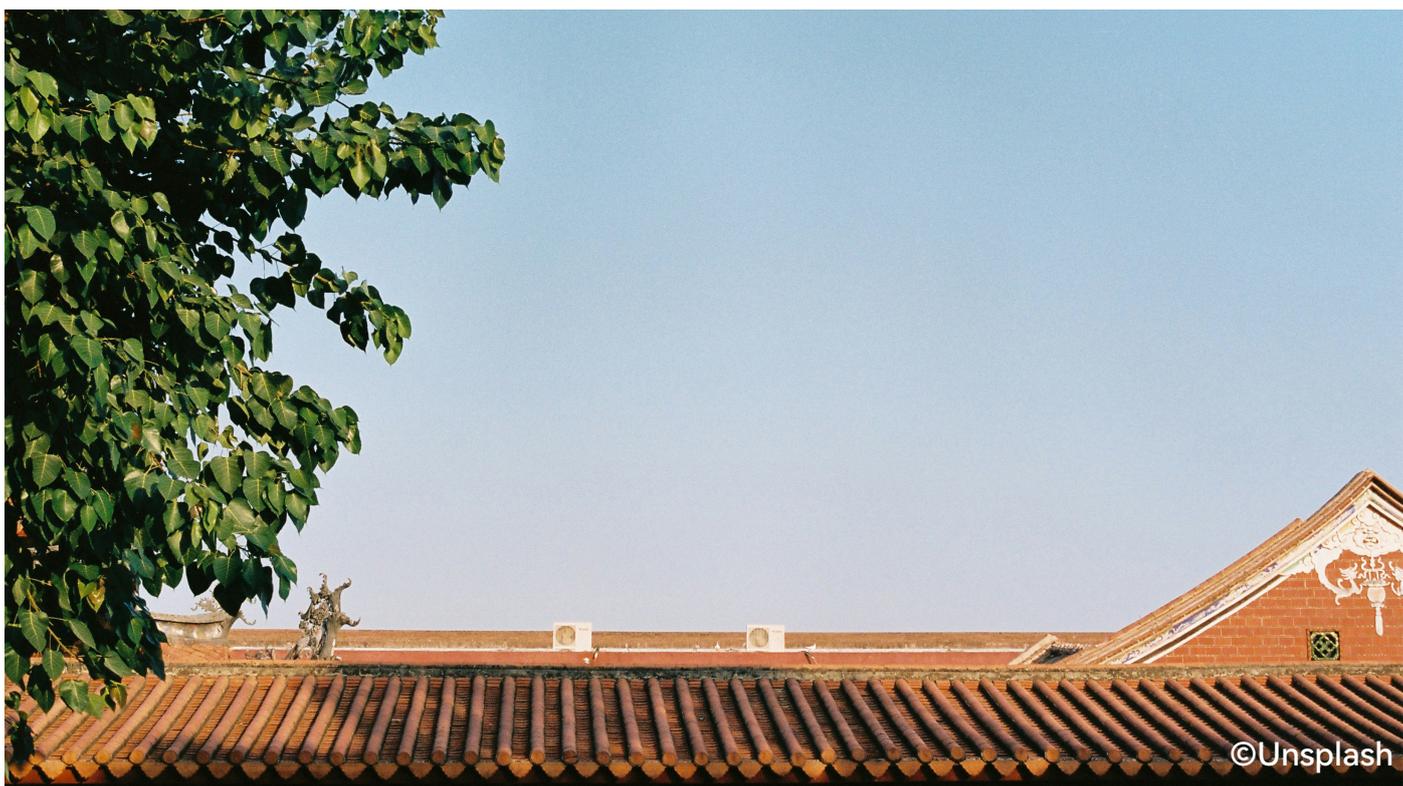
在可再生能源开发方面，夏热冬冷气候区赋存可观的地热资源。值得注意的是，公共建筑能耗预计将呈现显著增长趋势。在合理开发前提下，伴随热泵技术的持续突破，建议优先在公共建筑领域推广地热泵技术应用。

（四）构建“铁水联运+新能源货运”双轮驱动体系，加速货运行业碳中和进程

为实现交通运输的深度脱碳，江西省需在现有政策基础上加快货运领域的低碳化进程。一方面，应通过优化运输结构，积极推动大宗货物“公转铁”“公转水”，减少对公路货运的依赖；另一方面，加大新能源货车和清洁能源技术的推广力度，提升能源利用效率。根据江西省人民政府办公厅印发的《关于印发江西省推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的实施意见》，提出推广新能源物流车辆从事城市配送，完善铁路运价灵活调整机制，推动降低铁水联运运价，进一步清理规范铁路货运经营服务性收费。此外，通过完善多式联运体系和强化绿色物流基础设施建设，可进一步推动货运领域的碳排放强度持续下降，从而为江西省实现交通领域的“双碳”目标奠定坚实基础。另外，鼓励利用垃圾填埋场、焚烧厂等环保设施用地，布局“光伏+储能+充电”一体化基础设施，打造绿色园区新能源货运示范场景。

（五）加强资源循环利用产业发展

依托江西资源禀赋和产业基础，加快构建具有区域特色的资源循环型产业体系。聚焦赣州、宜春的稀土、钨、锂等优势矿产资源，强化综合利用和高附加值开发，推动关键原材料节约替代与闭环利用。支持重点产业园区推进企业间资源耦合利用，提升工业固体废物资源化利用水平，培育一批资源综合利用骨干企业，打造循环经济重点产业集群。发挥江西丰富林业资源优势，依托抚州、赣州、九江等林产主产区，加快“以竹代塑”绿色制造推广，建设现代林业产业示范省。系统构建废旧物资循环利用体系，重点提升光伏组件、动力电池、电子产品等重点品类的回收处理能力。引导重点企业稳步提高再生原材料使用比例，探索建立再生资源利用评价和认证机制。强化土地、矿产等自然资源全周期、全链条管理，全面提升资源节约集约利用水平。



参考文献

- [1] 江西省统计局 . 江西省 2023 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL] https://www.jiangxi.gov.cn/art/2024/4/2/art_5482_4838578.html
- [2] 根据江西省统计年鉴、中国碳核算数据库 CEADs 数据估算
- [3] 江西省统计局 . 江西统计年鉴 2023[EB/OL] <http://tjj.jiangxi.gov.cn/resource/nj/2023CD/zk/indexch.htm>
- [4] 解读：2022 年全省能源统计数据 http://tjj.jiangxi.gov.cn/art/2023/1/28/art_40939_4375396.html
- [5] 中国统计局 . 中国统计年鉴 2023[M] <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2023/indexch.htm>
- [6] 江西省发展和改革委员会 . 江西省新能源发展风生水起 可再生能源发电装机占半壁江山 . https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/dt/dfdt/202307/t20230714_1358390.html
- [7] 江西省人民政府办公厅 . 《江西省“十四五”能源发展规划》.[EB/OL]
- [8] 江西省交通运输厅 . 江西省内河航道与港口布局规划（2021-2050 年）[EB/OL]. (2021). <http://jt.jiangxi.gov.cn/>
- [9] 江西省住房和城乡建设厅 . 《江西省“十四五”住房城乡建设发展规划》.[EB/OL] https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/dt/dfdt/202307/t20230714_1358390.html
- [10] 二氧化碳排放包括能源活动相关碳排放和工业过程二氧化碳排放，2060 年排放考虑 CCUS，但未考虑碳汇。
- [11] 本报告终端电气化率均采用热电当量法计算
- [12] 中国电力企业联合会 . 《中国电气化年度发展报告 2021》.[R]

附录

附录 1. 针对江西更新的相关变量更新及数据来源

部门	变量缩写	变量定义	优先序	参考来源
bldgs	BCEU	BAU Components Energy Use	very high	中国能源统计年鉴；研究文献
bldgs	BDEQ	BAU Distributed Electricity Quantities	high	《电力统计年鉴 2019》，《中国风电产业地图 2021》；参考文献等
bldgs	DSCF	Distributed Solar Capacity Factor	medium	《电力工业统计资料汇编 2020》
bldgs	SoCEUtINTY	Share of Components Energy Use that is New This Year	to be determined via calibration	见变量 BCEU 和 CL.
bldgs	SYCEU	Start Year Components Energy Use	very high	见变量 BCEU
bldgs	SYDEC	Start Year Distributed Electricity Capacity	high	见变量 BDEQ
dist-heat	BFoHfC	BAU Fraction of Heat from CHP	high	中国能源统计年鉴
dist-heat	BFoHPbF	BAU Fraction of Heat Provided by Fuel	high	中国能源统计年鉴
dist-heat	HDL	Heat Distribution Losses	low	中国能源统计年鉴
Elec	BCRbQ	BAU Capacity Retirements before Quantization	high	Global Energy Monitor, 2023; 电力工业统计资料汇编；中国海洋经济年鉴
Elec	BDPbES	BAU Dispatch Priority by Electricity Source	optional	NA
Elec	BECF	BAU Expected Capacity Factors	medium	电力工业统计资料汇编，2020
Elec	BPHC	BAU Pumped Hydro Capacity	high	Global Energy Monitor, 2023 等
Elec	BPMCCS	BAU Policy Mandated Capacity Construction Schedule	optional	Global Energy Monitor, 电力工业统计资料汇编，十四五能源和电力规划，国家能源局发布会等
Elec	BRPSPTY	BAU RPS Percentage This Year	high	江西省可再生消纳责任权重历年目标
elec	BTaDLP	BAU Transmission and Distribution Loss Percentage	high	电力工业统计资料汇编，2020
Elec	BTC	BAU Transmission Capacity	high	电力统计年鉴，2005-2021
elec	DRC	Demand Response Capacities	high	模型结果修正；相关研究文献
elec	ElaE	Electricity Imports and Exports	high	电力工业统计资料汇编，分析、文献及专家建议
elec	GBSC	Grid Battery Storage Capacities	high	BNEF, IEA, 模型结果修正
elec	MPCbS	Max Potential Capacity by Source	high	可再生能源数据手册
elec	RM	Reserve Margin	low	江西省电力规划文件
elec	SYC	Start Year Capacities	high	电力工业统计资料汇编
elec	TCAMRB	Transmission Capacity Across Modeled Region Border	medium	电力工业统计资料汇编；《“十四五”现代能源体系规划》
indst	BIFubC	BAU Industrial Fuel Use before CCS	very high	江西省统计年鉴；中国能源统计年鉴
indst	BPE	BAU Process Emissions	only adjust country selector (and non-country multipliers, if applicable)	工业统计年鉴；畜牧兽医年鉴；城乡建设统计年鉴；江西省统计年鉴；中国省级温室气体清单编制指南
indst	BPoIFuE	BAU Proportion of Industrial Fuel Used for Energy	optional	中国能源统计年鉴
indst	PERAC	Process Emissions Reductions and Costs	only adjust country selector (and non-country multipliers, if applicable)	工业统计年鉴；畜牧兽医年鉴；城乡建设统计年鉴；江西省统计年鉴；中国省级温室气体清单编制指南

部门	变量缩写	变量定义	优先序	参考来源
io-model	BDCSoCaESoPbIC	BAU Domestic Content Share of Consumption and Export Share of Production by ISIC Code	high	国家统计局提供中国 2017 年 149 部门投入产出表、中国 2017 年 42 部门非竞争性投入产出表、2017 年山西省投入产出表；李善同，潘晨，何建武，陈杰等. 2017 年中国省际间投入产出表：编制与应用 [M]. 北京：经济科学出版社；
io-model	BEbIC	BAU Employment by ISIC Code	high	2017 年江西省投入产出表；中国人口普查年鉴；江西省统计年鉴
io-model	BECbIC	BAU Employee Compensation by ISIC Code	high	2017 年江西省投入产出表；江西省统计年鉴
io-model	BGDP	BAU Gross Domestic Product	high	江西省统计年鉴
io-model	BObIC	BAU Output by ISIC Code	high	2017 年江西省投入产出表
io-model	BPCiObIC	BAU Percent Change in Output by ISIC Code	high	2002、2007、2012、2017 年江西省投入产出表
io-model	BPEaCP	BAU Population Employment and Compensation Projections	high	2017 年江西省投入产出表；江西省统计年鉴
io-model	BPEaCP	BAU Population Employment and Compensation Projections	high	2017 年江西省投入产出表；江西省统计年鉴
io-model	BVAbIC	BAU Value Added by ISIC Code	high	2017 年江西省投入产出表
io-model	DLIM	Domestic Leontief Inverse Matrix	high	国家统计局提供中国 2017 年 149 部门投入产出表、中国 2017 年 42 部门非竞争性投入产出表、2017 年山西省投入产出表；李善同，潘晨，何建武，陈杰等. 2017 年中国省际间投入产出表：编制与应用 [M]. 北京：经济科学出版社；
io-model	FoGPbEaIC	Fraction of Goods Purchased by Entity and ISIC Code		2017 年江西省投入产出表
io-model	GaHEbIC	Government and Household Expenditures by ISIC Code	high	2017 年江西省投入产出表
io-model	LPGRbIC	Labor Productivity Growth Rate by ISIC Code	medium	2017 年江西省投入产出表
io-model	PoNDHbE	Percent of National Debt Held by Entity	medium	江西省统计年鉴；江西省财政预决算报告等
io-model	TLIM	Total Leontief Inverse Matrix	high	2017 年江西省投入产出表
io-model	WMITR	Worker Marginal Income Tax Rate	high	2017 年江西省投入产出表；江西省统计年鉴
land	BLAPE	BAU LULUCF Anthropogenic Pollutant Emissions	very high	第九次全国森林资源清查 (2014-2018) 资料
trans	AVLo	Average Vehicle Loading	medium	江西省统计年鉴；中国交通年鉴；见变量 SYVbT
trans	BAADTbVT	BAU Average Annual Dist Traveled by Vehicle Type	high	见变量 SYVbT
trans	BCDTRtSY	BAU Cargo Distance Transported Relative to Start Year	high	江西省统计年鉴；中国交通年鉴以及相关研究文献
trans	RTMF	Recipient Transportation Mode Fractions	medium	四大世界城市都市圈层面出行特征分析
trans	SYVbT	Start Year Vehicles by Technology	very high	江西省统计年鉴；中国交通年鉴
trans	TTS	Transportation Technology Shareweights	medium	见变量 SYVbT

附录 2. 部门能源消费调整方法及基年能耗和排放水平

我国能源统计是按照行业所属企业法人统计能源消费量，而国际通行方法是最终用途划分。我们在建模过程中对江西能源消费数据的统计口径和部门划分按照国际通行惯例进行调整。我国能源统计按照独立法人企业划分，将终端消费范围分为农林牧渔业、工业、建筑业、交通运输、仓储和邮政业、批发、零售业和住宿、餐饮业、其他、生活消费 7 大类划分。国家通行方法是划分农林牧渔业、工业、交通、公共建筑、居民建筑、非能源利用、能源工业自用能等部门和领域。本报告参考了王庆一、发改委能源研究所和中国建筑节能协会等学者和科研机构提出的能源品种调整的经验比例，将山西省能源平衡表调整为符合国际通行规则，具有国际可比较性的能源平衡表（具体方法见下表）。

表 13 能源平衡表终端消费部门调整为国际通行方式方法说明

能源平衡表	调整国际通行分类	调整方法
终端消费量		
1. 农、林、牧、渔业	1. 农、林、牧、渔业	全部煤炭和热力划入居民建筑部门，99% 汽油和 10% 柴油划入交通部门；
2. 工业	2. 工业	工业消费扣除用作原料、材料的消费量； 工业消费扣除 3% 的原煤消费量划入公共建筑部门； 工业扣除 80% 汽油和 26% 柴油划入交通部门；
3. 建筑业		建筑业能源消费量纳入工业消费总量，同时扣除石油沥青消费量划入非能源利用类别，扣除全部建筑业煤炭和热力划入公共建筑部门； 建筑业扣除 98% 汽油和 30% 柴油划入交通部门。
4. 交通运输、仓储和邮政业	4. 交通	交通运输、仓储和邮政业扣除 100% 煤炭、30% 液化石油气，65% 天然气 100% 热力、28% 的电力划入公共建筑部门； 工业扣除用作原料材料后 80% 汽油和 26% 柴油划入交通部门； 建筑业 98% 汽油和 30% 柴油划入交通部门； 批发、零售业和住宿、餐饮业 98% 汽油、30% 柴油和 3.7% 电力划入交通部门； 其他 98% 汽油和 30% 柴油划入交通部门； 生活能源消费 100% 汽油和 96% 柴油划入交通部门。
5. 批发、零售业和住宿、餐饮业	5. 公共建筑	工业消费 3% 的原煤消费量划入公共建筑部门； 建筑业 100% 煤炭和 100% 热力划入公共建筑部门； 交通运输、仓储和邮政业 100% 煤炭、30% 液化石油气，65% 天然气 100% 热力、28% 的电力划入公共建筑部门；
6. 其他		批发、零售业和住宿、餐饮业 98% 汽油、30% 柴油和 3.7% 电力划入交通部门； 其他消费量扣除 98% 汽油和 30% 柴油划入交通部门。
7. 生活消费	6. 居民建筑	生活能源消费扣除 100% 汽油和 96% 柴油划入交通部门； 纳入农林牧渔业全部煤炭和热力。
城镇	城镇	城镇生活能源消费扣除 100% 汽油和 96% 柴油划入交通部门。
乡村	农村	农村生活能源消费扣除 100% 汽油和 96% 柴油划入交通部门 纳入农林牧渔业全部煤炭和热力

表 14 江西省重点能源品种的折标系数取值

能源品种	原煤	洗精煤	其他洗煤	原油	汽油	煤油	柴油	天然气
折标系数（万吨标准煤 / 实物量）	0.57（火力发电采用 0.53）	0.90	0.36	1.43	1.47	1.47	1.46	11.70

附录 3. 宏观社会经济假设

江西省的三种情景设置都采用了统一的宏观经济假设。研究团队根据江西省的历史发展趋势、中长期战略规划以及相关研究结果，并以 2020 年不变价计算，预计到 2035 年和 2060 年，江西省地区生产总值（GDP）将分别达到 52076 亿元和 98213 亿元，约为 2020 年（25782 亿元）的 2 倍和 3.8 倍。

人口方面，江西省已进入人口峰值后的下降阶段，预计到 2060 年，常住人口总数将减少至 2910 万人。城镇化水平持续提升，城镇化率预计在 2035 年达到 74%，到 2060 年进一步提高至 82%。产业结构方面，第三产业比重稳步上升，预计到 2030 年、2035 年和 2060 年，第三产业在 GDP 中的占比分别为 55.4%、58.5% 和 67.3%。

表 15 江西省宏观社会经济假设

指标	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2050	2051-2060
人口年均变化率 (%)	-0.0042	-0.06	-0.08	-0.17	-0.60
地区 GDP 年均增速 (%)	4.78	4.07	3.57	2.82	1.82
指标	2030	2035	2040	2050	2060
常住人口 (万人)	4507	4492	4475	4399	4141
人均 GDP (元, 2020 价)	94649	115923	138708	186363	237201
第一产业占比 (%)	4.9	3.8	2.7	1.7	1.7
第二产业占比 (%)	39.7	37.7	35.6	32.7	31.0
第三产业占比 (%)	55.4	58.5	61.6	65.6	67.3
城镇化率 (%)	71	74	77	80	82

附录 4. 情景设置

部门	政策	政策情景	双碳情景
交通	电动车新车销售占比	LDVs- 客运: 2025:44%, 2030: 54%, 2060:100% HDVs- 客运: 2030:85%, 2060:100% LDV- 货运: 2030:31%, 2035:56%, 2060:100% HDV- 货运: 2030:25%, 2035:50%, 2060:100%	LDVs- 客运: 2025: 44%, 2035:100% HDVs- 客运: 2030:100% LDV- 货运: 2030:31%, 2040:100% HDV- 货运: 2045:100%
	提高燃油经济性	LDVs: 客运: 2030 年相较 BAU 下降 69% 货运: 2030 年相较 BAU 下降 42% HDVs: 客运: 2030 年相较 BAU 下降 38% 货运: 2030 年相较 BAU 下降 40%	LDVs: 客运: 2030 年相较 BAU 下降 69% 货运: 2030 年相较 BAU 下降 42% HDVs: 客运: 2030 年相较 BAU 下降 38% 货运: 2030 年相较 BAU 下降 40%
	优化交通结构	个人出行 (小轿车) : 2030 年周转量相较 BAU 减少 8% 道路货运: 2030 年周转量相较 BAU 减少 10%	个人出行 (小轿车) : 2060 年周转量相较 BAU 减少 20% 道路货运: 2060 年周转量相较 BAU 减少 30%，部分转为铁路或水运

部门	政策	政策情景	双碳情景
建筑	建筑节能	2020 到 2030 年新建建筑节能标准每十年提升 30%，此后保持不变	2020 到 2040 年新建建筑节能标准每十年提升 30%，此后保持不变
	建筑电气化	建筑部门电气化率 2030 年达到 77%，2060 年基本完全电气化； 新建城镇住宅 2030 年达到 100% 电气化 新建公共建筑 2060 年达到 100% 电气化 新建农村住宅 2060 年达到 100% 电气化	建筑部门电气化率 2030 年达到 77%，2060 年基本完全电气化； 新建城镇住宅 2030 年达到 100% 电气化 新建公共建筑 2035 年达到 100% 电气化 新建农村住宅 2035 年达到 100% 电气化
	既有建筑改造	每年 1%	每年 2%
	分布式光伏用能占比	2030 年分布式光伏发电占全社会用电量比重达到 8%	2030 年分布式光伏发电占全社会用电量比重达到 8%
工业	工业能效提升	相较 BAU 2030 年能耗降低 造纸 6% 化工 5% 水泥 5% 钢铁 8% 有色 8% 其他行业 4%	相较 BAU 2030 年和 2060 年能耗降低 造纸 6%，36% 化工 5%，42% 水泥 5%，30% 钢铁 8%，55% 有色 8%，40% 其他行业 4%，29%
	工业电气化	2050 年达到 72% 2060 年达到 80%（不包含原料）	2050 年达到 78% 2060 年达到 87%（不包含原料）
	工业氢能应用	到 2060 年，钢铁行业 81% 的中高温热转为由氢能提供	以下行业中部分高温热转为由氢能提供 水泥：2030：0，2060：73%； 化工、石化、炼焦：2030：0，2060：19%； 钢铁：2030：0，2060：81%； 橡胶和塑料：2030：0，2060：53%
	减少产品需求（循环经济）	N/A	2050 年相较 BAU 水泥、钢铁需求分别减少 37% 和 20%
	工业过程 CCS	N/A	从 2030 年起开始实施，化工、水泥及钢铁行业过程 CO ₂ 在 2060 年通过 CCS 减排 50%
	水泥熟料替代	2060 年水泥熟料替代比例达到 50%	2060 年水泥熟料替代比例达到 100%
非二氧化碳	含氟气体减排措施	2060 年通过替代减少含氟气体排放潜力达到 100% 2060 年通过销毁减少含氟气体排放潜力达到 56%	2060 年通过替代减少含氟气体排放潜力达到 100% 2060 年通过销毁减少含氟气体排放潜力达到 73%
	农业畜禽管理	2025 年畜禽粪污利用率达到 30%	2060 年畜禽粪污利用率达到 100%
	膳食结构调整	2050 年肉制品占比减少 42%	2050 年肉制品占比减少 69%
	氧化亚氮减排措施	工业：2060 年通过措施，氧化亚氮排放减少 50%	工业：2060 年通过安装氧化亚氮减排设施，减少 100% 氧化亚氮排放
电力	控制煤电装机	“十五五”后煤电装机总量不再增加	不再增加煤电装机总量
	可再生能源发电量占比本地发电量比重	2060 年达到 21% 左右	2060 年达到 76% 左右
	发展储能	2060 年 6 吉瓦	2060 年 6 吉瓦
	需求响应	2030 年需求响应达到最大用电负荷 5%	2060 年 749 兆瓦
	电厂配备 CCS	N/A	2030 年起实施，到 2045 年所有化石燃料发电厂 100% 配置 CCS

关于绿色创新发展研究院

绿色创新发展研究院 (Institute for Global Decarbonization Progress), 简称: 研究院 (iGDP), 是专注绿色低碳发展的战略咨询平台, 2014 年成立于北京, 旨在成为具领先专业素养和独立影响力的国际化智库。研究院根植我国地方绿色低碳实践, 面向全球应对气候变化进程, 为决策者、投资者和社区提供具有国际视野和前瞻思考的解决方案及公益性知识产品。

联系方式:

电话: 86-10-8532 3096

邮箱: igdpooffice@igdp.cn

网站: www.igdp.cn

地址: 中国北京市朝阳区秀水街 1 号建外外交公寓 6-2-62

