

浙江省“十四五”和中长期减煤战略 和路线图研究报告

浙江省经济信息中心

2021 年 11 月

目 录

执行摘要.....	1
一、研究背景和目的.....	10
（一）研究背景.....	10
（二）研究目的.....	11
二、国内外减煤退煤政策总结.....	12
（一）国外减煤政策.....	12
（二）国内减煤政策.....	19
（三）浙江省减煤控煤政策.....	21
三、浙江省煤炭利用现状分析.....	23
（一）煤炭消费情况分析.....	24
（二）浙江省煤流图.....	27
（三）减煤政策和技术分析.....	29
（四）浙江省煤炭消费成本现状.....	32
四、浙江省减煤形势及总体思路.....	38
（一）浙江省减煤工作 PEST 分析.....	38
（二）浙江省减煤工作 SWOT 分析.....	42
（三）浙江省减煤总体思路.....	47
五、浙江省煤炭消费情景分析.....	49
（一）煤炭消费预测总体思路.....	50
（二）情景设置.....	52
（三）煤炭消费情景分析结果.....	54
（四）减煤成本比较分析.....	57
（五）减煤路径及技术.....	64

(六) 减煤路线图.....	71
六、主要结论、成果运用和下一步展望.....	73
(一) 主要结论.....	73
(二) 政策建议.....	75
(三) 下一步展望.....	76

执行摘要

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。煤炭作为浙江省主体能源，要按照绿色低碳的发展方向，对标实现碳达峰、碳中和目标任务，有序减量替代，推进煤炭消费转型升级。浙江省在“十三五”时期持续推进煤炭消费减量替代工作，煤炭消费已进入集中利用的阶段。当前，浙江省经济发展保持中高速增长，重点支柱产业补短板项目增多，战略性新兴产业培育力度加大，居民生活水平进一步提高，预计“十四五”时期能源消费总需求将会呈现刚性增长趋势。本报告聚焦浙江省减煤战略研究，提出可行的减煤路线图，在确保经济高质量发展的前提下进一步削减煤炭消费。

课题组全面梳理了国内外减煤政策，对浙江省减煤现状进行了全面分析，并对浙江省不同行业的减煤成本进行了调研分析。根据对浙江省减煤现状的分析，利用 PEST 方法分析减煤的宏观环境，通过 SWOT 方法提出浙江省减煤工作的优势和劣势、机遇和挑战，进而提出浙江省减煤的总体思路。基于对浙江省煤炭消费现状和减煤战略的分析，综合考虑能源转型、产业发展、技术进步等实际情况，并充分考虑 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的要求，建立浙江省“十四五”和中长期煤炭消费 LEAP-2060 模型，对不同情景的煤炭消费量和减煤成本进行测算。

根据课题组的研究，主要得出以下结论：

1.浙江省减煤工作面临新的形势

从外部形势看，碳达峰碳中和国家战略将加速煤炭消费减量替代进程，“重要窗口”建设将进一步凸显能源保障的重要性。从内部可行性看，全省煤炭清洁化利用技术已较为先进，但产业能效技术创新仍具有较大潜力，风光倍增工程将开启新的可再生能源大发展时期。

2.减煤思路从“以控为主”逐步过渡至“以减为主”

“十四五”时期应坚持“以控为主”，着力推动煤炭的高效清洁利用，中长期应转变到以“减”为主，大幅削减煤炭消费量，煤炭逐步向补充能源转变。

3.浙江省减煤具体技术路径

2030年前重点通过压减钢铁、水泥、化工等高碳行业的发展，同时采用工艺提升、技术进步等手段促进用煤效率的提升，降低煤炭消费量；2030年后，一方面继续压减或转移钢铁、水泥产能，按照“改造一批、淘汰一批”的思路，强化“高碳低效”行业的管控力度，另一方面，大力推进煤炭替代，采用核电、太阳能、风能等清洁能源替代传统煤电。

为推进浙江省减煤工作，课题组提出以下政策建议：

1.进一步完善煤炭消费总量控制机制

“十四五”时期，浙江省能源安全保障形势严峻，经济发展仍然是重要目标，建议在继续坚持“以控为主”前提下，升级煤炭消费总量控制机制为“煤炭消费总量弹性控制机制”，不设明确总量目标，但仍需对总量进行持续控制，探索进一步优化煤炭消费总量考核机制，从过去的地区考核为主转向行业、地区考核并重。

2.将发电供热行业作为减煤的重中之重

浙江省 80%的煤炭用于发电供热，建议对于省统调电厂，由于已全部完成超低排放改造，要将重心放在提升供电标准煤耗上，进一步加强对标对表国际先进国内一流水平；对于地方热电厂，要在继续提升供电标准煤耗的基础上，进一步合理控制用煤规模，最大程度发挥出集中供热的效益。

3.绝对削减工业行业原料用煤

浙江省原料用煤消费主要集中在水泥、钢铁、石化、化工等 4 个行业，这四个行业都是典型的“高碳低效”行业，继续扩大规模不利于全省碳达峰碳中和工作推进。建议以控制行业发展规模为主，以能源结构非煤化调整为辅，推动实现全省工业行业原料用煤的绝对量削减。

4.加大力度推进天然气、可再生能源替代

在考虑整体减煤成本的前提下，建议将天然气替代作为主要路径，将可再生能源替代作为重要补充，持续推进煤改气工程，积极扩大天然气利用，全面实施风光倍增工程，加快构建以新能源为主体的新型电力系统。

下一步将重点推进政策举措的深入实施和有效落地，开展试点示范，并加强成果的宣传推广。

Executive Abstract

Achieving carbon dioxide peaking and carbon neutrality goal is a major strategic decision made by the Party Central Committee after careful consideration. It is related to the sustainable development of the Chinese nation and the building of a community with a shared future for mankind. As the main energy source in Zhejiang Province, coal must follow the development direction of green and low-carbon, benchmarking to achieve carbon dioxide peaking and carbon neutral goals, orderly reduce and replace, and promote the transformation and upgrading of coal consumption. During the "13th Five-Year Plan" period, Zhejiang Province continued to promote the reduction and substitution of coal consumption which has entered a stage of centralized utilization. At present, economic development of Zhejiang Province is maintaining medium-to-high speed growth, projects to supplement the shortcomings of pillar industries is increasing, the cultivation of strategic emerging industries has intensified, and the living standards of residents have further improved. It is expected that the total energy consumption demand during the "14th Five-Year Plan" period will show a rigid growth trend. This report focuses on the study of coal reduction strategy in Zhejiang Province and proposes a feasible coal reduction roadmap to further reduce coal consumption while ensuring

high-quality economic development.

The research group comprehensively sorted out coal reduction policies at home and abroad, investigated and analyzed the current situation of coal reduction in Zhejiang Province and the cost of coal reduction in different industries. Based on the analysis of the current situation of coal reduction, the overall idea of coal reduction in Zhejiang is proposed through the application of the PEST method to analyze the macro-environment of coal reduction and the SWOT method to propose the advantages and disadvantages, opportunities and challenges of coal reduction. On the basis of the current state of coal consumption and coal reduction strategies analysis in Zhejiang Province, as well as comprehensively considering the actual situation of energy transition, industrial development, technological progress, the requirements of carbon dioxide peaking in 2030 and carbon neutrality in 2060, the LEAP-2060 model of coal consumption in "14th Five-Year Plan" and medium and long term in Zhejiang Province is established and used to measure and calculate coal consumption and coal reduction costs in different scenarios.

According to the research of the research group, the main conclusions are as follows:

1. Coal reduction work of Zhejiang is facing a new situation

From the perspective of the external situation, carbon dioxide peaking and carbon neutrality national strategy will accelerate the process of coal consumption reduction and substitution, and the construction of "important windows" will further highlight the importance of energy security. From the perspective of internal feasibility, the clean coal utilization in Zhejiang has already utilized more advanced technologies, but the innovation of industrial energy efficiency technologies still has great potential, and the "wind-solar multiplier" project will start a new period of great development of renewable energy.

2. The work of coal reduction transfer from "control-oriented" to "reduction-oriented"

During the "14th Five-Year Plan" period, the work of coal reduction should adhere to the "control-oriented", and strive to promote the efficient and clean utilization of coal. In the medium and long term, it should transition to "reduction-oriented", drastically reduce coal consumption, and the coal gradually convert to supplementary energy.

3. The technology path of coal reduction in Zhejiang Province

Before 2030, coal consumption should be reduced by suppressing the development of high-carbon industries such as

steel, cement, and chemical industries, while upgrading processes and technologies to improve coal efficiency. After 2030, on the one hand, this work needs to continuously reduce or transfer the production capacity of steel and cement, and strengthen the management and control of “high-carbon and low-efficiency” industries in accordance with the idea of “remove one batch and eliminate one batch”. On the other hand, it should vigorously promote coal substitution and use clean energy such as nuclear power, solar energy, and wind energy to replace traditional coal power.

In order to promote coal reduction in Zhejiang Province, the research group puts forward the following policy recommendations:

1. Further upgrade the total coal consumption control mechanism

During the "14th Five-Year Plan" period, the energy security situation in Zhejiang Province is grim, and economic development is still an important goal. It is recommended to upgrade the total coal consumption control mechanism to the "flexible coal consumption total control mechanism" under the premise of continuing to persist the "control-oriented". There is no clear total consumption target, but the total consumption still needs to be continuously controlled. It is recommended to further deepen the assessment mechanism of total coal consumption,

convert the previous regional assessment to the industrial and regional assessment.

2. Regard the power generation and heating industry as the top priority of coal reduction.

The 80% of coal in Zhejiang Province is used for power generation and heating. Since the provincial integrated power plants have all completed the ultra-low emission transformation, it should focus on raising the standard of coal consumption for power supply, and further strengthen the benchmarking against the international advanced and domestic first-class level. For local thermal power plants, it is necessary to further rationally control the scale of coal consumption on the basis of increasing the standard of coal consumption for power supply to maximize the benefits of centralized heating.

3. Absolutely reduce the consumption of coal as raw materials in the industries

The consumption of coal as raw materials in Zhejiang Province is mainly concentrated in cement, steel, petrochemical, and chemical industries. These four industries are typical "high-carbon and low-efficiency" industries, whose continued scale expansion is unfavorable for the promotion of the carbon dioxide peaking and carbon neutrality in the province. It is recommended to control the scale of industry development, coupled with non-coal adjustments in the energy structure, to

promote the absolute reduction of the coal consumption as raw materials in the industries of Zhejiang.

4. Vigorously promote the natural gas and renewable energy substitution

Considering the overall cost of coal reduction, we suggest choosing natural gas substitution as the main path and renewable energy substitution as an important supplement, to continuously promote the coal-to-gas project, and actively expand the natural gas utilization. At the same time, through the full implementation of the wind-solar multiplier project, the construction of a new power system based on new energy will be accelerated.

In the next step, we will focus on promoting the in-depth and effective implementation of policy measures, launching pilot demonstrations, and strengthening the publicity and promotion of results.

一、研究背景和目的

（一）研究背景

2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论中提出：“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，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。各国要树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，抓住新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇，推动疫情后世界经济“绿色复苏”，汇聚起可持续发展的强大合力。”碳达峰和碳中和目标的提出，对我国经济社会转型和能源结构转型都提出了更高的调整和要求。

在碳达峰的背景下，对化石燃料，尤其是煤炭的增长需要强化控制，“减煤”工作事关碳达峰目标任务的完成。同时，“减煤”也是党中央、国务院打赢污染防治攻坚战、蓝天保卫战，推进绿色低碳发展和高质量发展的重要举措。根据《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，到2020年，浙江省煤炭消费总量要比2015年下降5%。

“十三五”以来，随着清洁能源示范省的持续创建以及煤炭消费总量控制政策的深入实施，浙江省煤炭消费已基本进入集中利用为主的阶段。2019年，全省超过95%的煤炭消费集中于发电供热企业和较大的用煤工业企业，主要分布在发电、水泥、化工、石化、钢铁等行业，规下及散煤利用极少且持续减少。面向“十四五”以及更远的中长期，由于煤炭的高度集中利用，用煤主体的经济规模一般较大，简单的从行

政管理视角出发已难以精准确定减煤对象，可以说浙江省的减煤工作已进入到攻坚期。

当前，浙江省正处于建设“重要窗口”的高质量发展关键期，重点支柱产业补短板项目增多，战略性新兴产业培育力度加大，居民生活水平进一步提高，预计“十四五”时期能源消费总需求将会呈现刚性增长趋势。同时，煤炭在能源消费结构仍占有较大比重，也是大气污染物和碳排放的主要来源，在大气污染防治和碳达峰的双重政策压力下，煤炭消费的进一步削减势在必行。由此，浙江省将面临用能总量增长的现实发展需要以及煤炭消费总量控制硬约束的两难困境。研究提出可行的减煤路线，助力实现精准减煤，在确保经济高质量发展和“重要窗口”建设的前提下进一步削减煤炭消费，为国家和地方政府减煤工作提供有意义的参考和借鉴，是本项目的出发点和目的所在。

（二）研究目的

项目研究目标主要包括以下内容：

1.通过煤炭利用现状分析、内外部环境分析和情景分析，在满足经济社会发展、能源消费控制、大气污染防治、温室气体排放控制等政策目标基础上，考虑减煤成本最优化，研究提出浙江省“十四五”和中长期的减煤战略和路线图。

2.向有关部门提交“十四五”和中长期减煤战略和路线图及政策建议，为国家和浙江省制定出台能源发展、节能以及低碳发展等领域相关政策文件做出有力支撑，并争取将政策建议的内容纳入浙江省节能、低碳发展等领域“十四五”发展

规划，进一步推动政策落地。

3.根据实际情况，以“十四五”和中长期减煤战略和路线图为指导，在一定的区域（如嘉兴）开展和推进减煤试点，开展试点顶层设计，编制试点实施方案。

二、国内外减煤退煤政策总结

中国是世界煤炭生产和消费第一大国，以煤炭为主的能源结构支撑了中国经济的高速发展，但同时也对生态环境造成了严重的破坏。我国能源资源禀赋“富煤、贫油、少气”，煤炭是我国最主要的基础能源之一，并在今后一段时期内仍将是我国的主体能源。控制煤炭消费总量不仅是我国实现碳排放达峰国际承诺的重要抓手，也是我国建设生态文明、实现绿色发展的内在需求。浙江省作为经济大省，也是煤炭消费控制的重点区域，在今后一段时间如何深度减煤将成为一项重要课题，本节通过梳理国内外减煤政策，学习国际减煤先进经验，为开展浙江省减煤研究提供指导。

（一）国外减煤政策

1、英国

英国煤炭资源比较丰富，本土煤炭产量在 1952 年达到峰值 2.28 亿吨后开始大幅度下降，尤其受 1984 年矿工罢工的影响，本土煤炭产量加速下降。矿工罢工事件之后，煤炭供应中的进口比重不断增加，2001 年煤炭进口量首次超过本土产量。目前英国煤炭供应中约 70%来自于进口。英国煤炭消费量在 1956 年达到峰值，约 2.21 亿吨，目前年均消费约

5900 万吨，煤炭占一次能源的比重一直处于下降状态，约 17%。

英国是世界上最早经历工业化和城市化的国家，早在 1840 年左右，英国已经基本完成了工业革命。自工业化以来，英国一直严重依赖于化石燃料作为其能源供应，煤炭占能源供应比例一度高达 100%。以化石能源取代生物燃料木柴的能源转型也为英国带来了崛起，煤炭增强了英国的经济实力、科技实力、军事实力和政治影响力。随着气候变化问题的日益突出，英国政府从上世纪 50 年代开始出台了一系列政策措施，并制定了激进的减碳目标，力争实现能源系统减碳化并创造低碳未来。

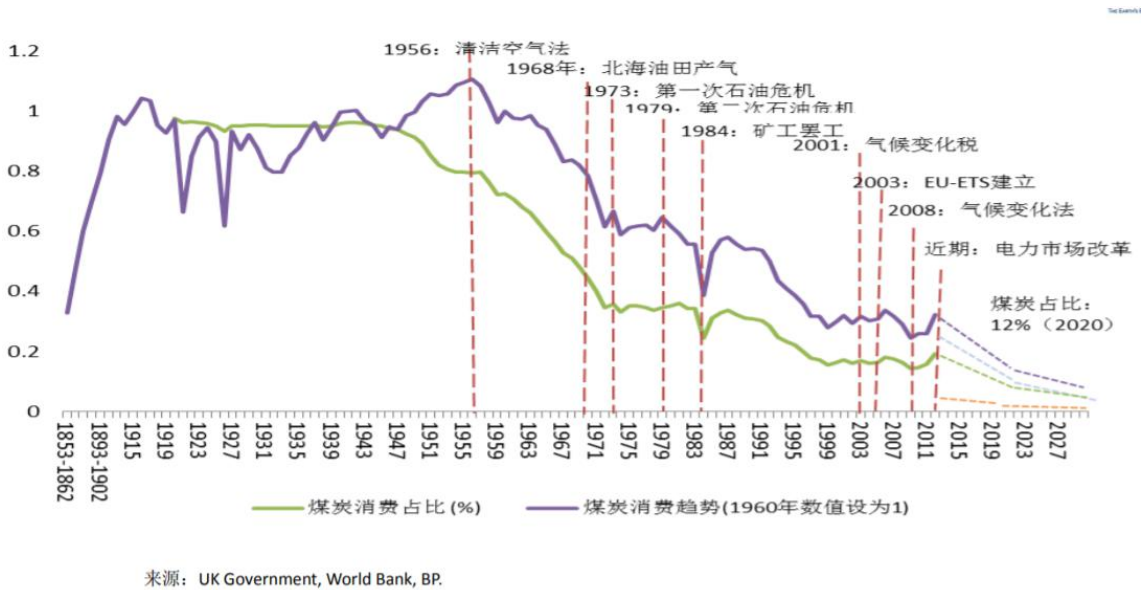


图 1 英国煤炭消费轨迹

一是以气候变化倒逼减煤。2001 年英国开始实施气候变化税。该税是一种能源税，旨在鼓励社会加大对高效技术和清洁能源的投入，帮助英国实现温室气体减排目标。2008 年英国颁布“气候变化法案”，承诺与 1990 年水平相比，到 2020

年温室气体排放削减 34%的中期目标和 2050 年削减 80%的长期目标。英国成立气候变化委员会负责开展相关工作，并根据“气候变化法案”要求，立法通过“碳预算”，将减碳纳入政府预算框架。英国是世界上第一个为减少温室气体排放建立起法律约束的国家，碳预算和长期减碳目标的设定压制了英国的煤炭需求。

2003 年欧盟—排放交易系统（EU-ETS）建立。这是一个强制性的排放限额交易体系，是欧盟为了实现“京都议定书”确立的减少二氧化碳排放目标而建立、多国参与的气候政策体系。英国参与欧盟排放交易体系，可以帮助英国重点耗能企业以最低成本实现减排目标。

二是环境治理带动减煤。1952 年 12 月，“雾都”伦敦发生持续 5 天的毒雾事件，空气重度污染下伦敦居民出现大范围呼吸困难，造成 4000 多人死亡，而主要元凶正是燃煤。随后几个月，又有 8000 人因雾霾死亡。“毒雾事件”促使政府在 1956 年通过《清洁空气法》，明确在城市村镇设立“烟雾控制区”，限定区内只能使用无烟燃料。

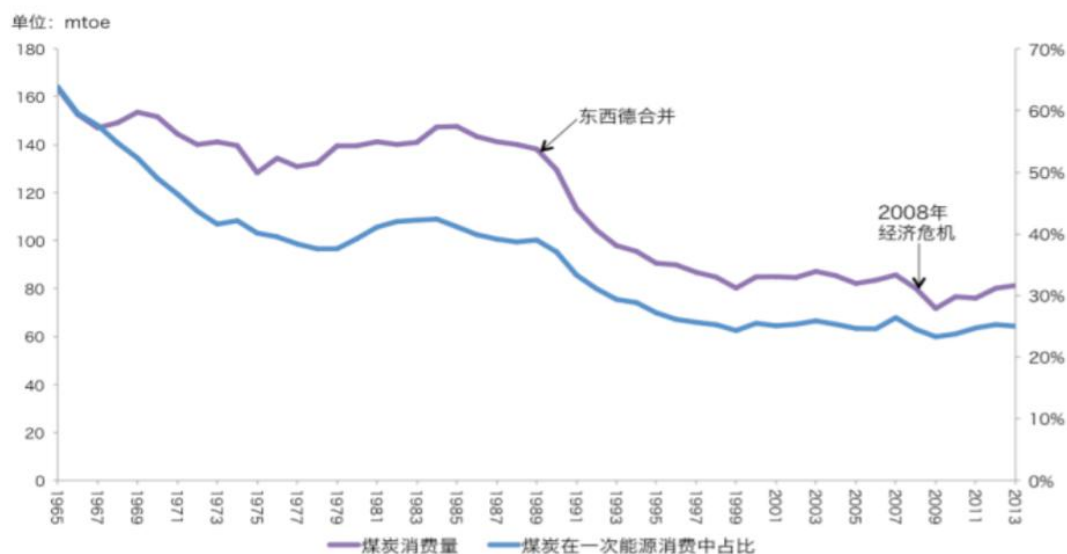
三是实施煤炭替代。英国在能源发展上始终走在世界前列，政策规划的引航作用至关重要。早在 1989 - 1990 年间，英国就出台了一系列控制污染的法案。当时的重点是“以油气代煤”。21 世纪以来，英国将能源发展的重点转移到可再生能源上，先后发布多项举措，以加强生物质、太阳能、风能以及核能等低碳能源在工业和生活中的应用，也正式过渡到“可再生能源代替化石能源”的道路。2019 年 3 月 14 日，英

国发布“海上风电产业战略规划”。该规划明确提出海上风电装机容量将在 2030 年前达到 3000 万千瓦，为英国提供 30% 以上的电力。同时，英国政府将拨付 2.5 亿英镑补贴本土海上风电供应链企业，使其在未来的国际海上风电创新中保持竞争力和领导地位。

2、德国

德国是欧洲最大、世界第七大的能源消费国。煤炭是德国最大的国内能源储备，褐煤产量居世界第一位，但是焦煤及动力煤等其他煤种仍主要依靠进口。2011 年进口煤约占煤炭消费总量的 41%。

自 1965 年以来，德国煤炭消费量和占比一直处于下降状态，德国煤炭消费在 1989 年东西德合并后出现快速和大幅度的下降，主要原因是东德的落后产能得到淘汰、系统能源效率得到提升，导致工业耗煤量直线下降，煤炭消费量出现快速和大幅的下降。此后德国煤炭消费量和占比进入平台期，直到 2008 年经济危机后出现了短暂下降。2009 年后，煤炭消费量和占比开始回升，2013 年基本上恢复到经济危机前的水平。



来源: World Bank, BP

图 2 德国煤炭消费轨迹

目前，德国煤炭减量以“能源转型”为核心，煤炭减量主要从两方面着力：

一是推进能效升级。东西德合并推动了东德落后重工业的淘汰和能源利用效率的升级。东西德合并的时候，西德花费大量人力物力淘汰东德的落后产能并提升其工业系统能源效率。由于德国重工业的瓦解，落后产能被淘汰，德国总体能源效率提高了约 24%，工业用煤量也大幅下降。据估计，东西德合并后的 10 年间，德国煤炭消费量下降了 40.7%，工业部门耗煤的大幅减少是主要原因。德国当初的付出得到了回报，在保持经济增长的同时降低了对煤炭的依赖，实现了经济绿色高效发展；

二是大力发展可再生能源。德国一直重视可再生能源的发展，尤其是 2011 年日本福岛核事故后，德国政府重申了废除核电的决心，核电在德国能源消费总的占比从 2000 年

开始逐年下降。为完成能源转型、减少温室气体排放，德国政府决心去除核电，大力发展可再生能源，逐步减少电煤消费。2019 年德国联邦议院通过的两个法案《德国燃煤电厂淘汰法案》(the Act on the Phase-out of Coal-fired Power Plants) 和《矿区结构调整法案》(theStructural Reinforcement Act for Mining Regions)，设想到 2038 年关闭最后一座燃煤电厂，但需要花费约 400 亿欧元（450 亿美元）来帮助一些受影响的地区以应对这一能源转型带来的经济冲击。这也宣告德国将最迟于 2038 年彻底放弃煤电。到 2038 年，目前发电量约为 45GW 的煤电将全部被清洁能源所取代。

3、美国

作为世界上煤炭储量最为丰富的国家，美国的煤炭产量和消费量始终都处于世界的前列。受能源利用政策的影响及清洁空气法的制约，美国的煤炭需求增速较缓，并出现下滑趋势，煤炭在能源消费中的比重被逐渐弱化。虽然 20 世纪 30 年代，石油取代煤炭成为美国最主要的能源资源，煤炭仍然在很长一段时期内支撑了美国经济的发展。

20 世纪 50 年代以来，美国煤炭消费量总体呈上升趋势，2008 年金融危机前达到顶峰，之后开始下降；70 年代两次石油危机之前，煤炭消费占比一直处于快速下降状态，之后上升并于 90 年代进入平台期，2008 年金融危机后再次呈现下降趋势。美国能源利用结构中，煤炭所占比例约为 18%，主要集中在电力行业。



来源：World Bank, BP.

图3 美国煤炭消费轨迹

美国减煤主要采用以下三种方式：

一是制定清洁空气法。清洁空气法自1963年正式出台后，还先后于1970年、1977年和1990年进行了三次修订；清洁空气法也从零散的、地方式的空气污染治理，过渡到国家层面统一、强制性的治理阶段。在这个过程中，联邦政府建立并赋予美国环保署强大的职权，委派其独立开展研究，制定空气质量标准。在环保署的推动下，美国现在已经实施了6种空气污染物（一氧化碳、氮氧化物、臭氧、硫氧化物、PM10、铅）的管制，使得其污染物的排放大大降低。2012年，二氧化碳作为污染物也纳入污染物控制范围。预计未来对燃煤电厂来说会产生较大的影响，继续压缩煤炭在发电领域的应用空间。

二是实施能源替代（开发页岩气）。随着页岩气革命的推进，美国成为了天然气生产大国。从2008年开始，由于

北美页岩气的大规模开发，页岩气出现爆发性增长。因此，美国天然气具有显著的价格优势，它严重挑战并最终取代了煤炭在能源结构中的地位，导致大量燃煤电厂转向天然气发电，从而降低了煤炭需求。美国石化工业进入了新的发展时期。

三是开展清洁电力计划。2014年6月，美国环境保护署提出的温室气体减排法草案——“清洁电力计划”，针对各州设定了强制性减排指标。该计划目前处于征求意见阶段。由于之前没有政策对二氧化碳进行控制，导致在6种污染物降低的同期，二氧化碳排放有所增加。预计美国“清洁电力计划”的实施，将对以煤作为主要燃料的电力行业，提出更为苛刻的要求，因为对于这一排放标准，目前没有成熟且经济可行的技术，使燃煤电厂达标。因此，此标准必然在很大程度上限制煤炭的发展。

（二）国内减煤政策

1、“十二五”时期——以“控”为主

2011年4月12日，环保部《关于印发<2011年全国污染防治工作要点>的通知》首次从部门层面提出“开展重点区域煤炭消费总量控制试点”；《国务院关于印发“十二五”节能减排综合性工作方案的通知》从国家层面针对煤炭消费总量控制提出要求，明确指出“合理控制能源消费总量，在大气联防联控重点区域开展煤炭消费总量控制试点”。

2011年10月，国务院印发《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》，从国家层面对环保问题中的煤炭消费总

量控制提出政策要求；《国务院关于印发节能减排“十二五”规划的通知》提出“在大气联防联控重点区域开展煤炭消费总量控制试点，从严控制京津唐、长三角、珠三角地区新建燃煤火电机组”，这是首次将煤炭消费总量控制试点与燃煤火电建设相挂钩。2013年下半年，国务院发布《大气污染防治行动计划》，要求到2017年，京津冀、长三角、珠三角等区域力争实现煤炭消费总量负增长，这是我国首次提出在三大重点区域实现煤炭消费总量负增长的时间表。

2014年3月，国家发改委、环保部联合发布《关于严格控制重点区域燃煤发电项目规划建设有关要求的通知》，从具体操作层面首次提出了相关要求。文件要求严格控制重点区域建设燃煤发电项目，将煤炭等量替代纳入燃煤发电项目环境影响评价、节能评估审查工作范畴，并且将重点区域明确为北京市、天津市、河北省、江苏省、浙江省、上海市和广东省9地市（广州、深圳、珠海、佛山、江门、肇庆、惠州、东莞和中山）。

2015年1月，国家发改委发布《重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法》，明确了煤炭减量替代管理办法，但没有落实具体的操作办法，所以项目管理和核准过程中一直仍是按照等量替代执行的。

2、“十三五”时期—以“减量替代”为核心

2016年7月，国家发改委发布《关于做好2016年度煤炭消费减量替代有关工作的通知》，要求把煤炭消费减量替代工作作为加强宏观调控、调整经济结构、转变发展方式的

重要抓手，摆在更加突出位置，完善煤炭消费减量替代工作方案，加快推进煤炭消费减量工程和措施。

2016 年 11 月，国务院印发《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号），明确重点区域要严格控制煤炭消费总量，要求“十三五”期间上海、江苏、浙江、安徽四省（市）煤炭消费总量下降 5% 左右，地级及以上城市建成区基本淘汰 35 蒸吨以下燃煤锅炉。同年 12 月，国家发展改革委、国家能源局发布《关于印发煤炭工业发展“十三五”规划的通知》（发改能源〔2016〕2714 号），要求严格控制煤炭总量，在大气污染防治重点地区实施煤炭消费减量替代。

2018 年，在打好污染防治攻坚战背景下，国务院出台《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，并印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》。两文件明确提出：大力推进煤炭消费减量替代，重点区域要实施煤炭消费总量控制。到 2020 年，浙江煤炭消费总量比 2015 年均下降 5% 左右，基本淘汰 35 蒸吨/小时以下燃煤锅炉，推广清洁高效燃煤锅炉。新建耗煤项目实行煤炭减量替代，重点削减非电力用煤，提高电力用煤比例，继续推进电能替代燃煤和燃油。

（三）浙江省减煤控煤政策

浙江省历来高度重视煤炭消费总量控制工作。2013 年，省政府印发《浙江省大气污染防治行动计划（2013—2017 年）》（浙政发〔2013〕59 号），要求制定煤炭消费总量控制方案，实行煤炭减量替代，力争实现 2017 年煤炭消费总量负增长。

为贯彻落实该任务，省发改委、省能源局于 2014 年印发《浙江省大气污染防治调整能源结构专项实施方案（2014-2017 年）》，明确到 2015 年全省煤炭消费总量控制在 1.53 亿吨左右，到 2017 年全省煤炭消费总量控制在 1.5 亿吨以内。2015 年，省发改委牵头印发《浙江省煤炭消费减量替代管理工作方案》（浙发改能源〔2015〕559 号），要求煤炭消费总量到 2017 年底力争实现负增长，煤炭占一次能源消费比重降至 50%以下。

2018 年，省委、省政府印发《关于高标准打好污染防治攻坚战 高质量建设美丽浙江的意见》，要求严格控制煤炭消费总量，实施煤炭减量替代，到 2020 年煤炭消费总量比 2015 年下降 5%左右。加大燃煤锅炉淘汰力度，到 2020 年，全面淘汰 10 蒸吨/小时以下燃煤锅炉，基本淘汰 35 蒸吨/小时以下燃煤锅炉。同年 8 月，浙江省人民政府印发《浙江省打赢蓝天保卫战三年行动计划》（浙政发〔2018〕35 号），明确提出要“推进清洁能源示范省建设，加快调整能源结构”，并且明确要求控制煤炭消费总量，并开展燃煤锅炉综合整治。

2018 年 9 月，为贯彻落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17 号）《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22 号）要求，省发改委牵头印发《浙江省进一步加强能源“双控”推动高质量发展实施方案（2018-2020 年）》（浙发改能源〔2018〕491 号），提出减煤的具体目标，通过采取控制统调发电用煤、削减地方供热用

煤、压减产业用煤等方式，提出 2020 年具体落实“减煤”目标任务和控煤路径。

根据浙江省煤炭消费总量控制方案，一般按照统调电煤省级统筹、地方耗煤属地负责的原则，条块结合推进。重点任务包括：**实施“四个一批”**（包括倒逼一批落后企业、淘汰一批落后产能、压减一批过剩产能、提升一批能效水平），腾出用能空间；**保障“四类用能”**（包括保障新兴产业合理用能、着力保障数字经济发展用能、切实保障四大建设用能、全力保障居民合理用能），推动新旧动能转换；**突出“四个重点”**（包括淘汰落后用煤设备、减少原料（工艺）用煤、合理控制统调燃煤电厂用煤、压减自备电厂发电用煤），削减煤炭用量；**强化“四项措施”**（包括落实新上项目能耗减量或等量替代措施、全面推进用能权有偿使用和交易试点、加快实施能效“领跑者”制度、着力发展可再生能源），控制能耗过快增长。具体控煤路径包括：合理控制统调电厂用煤；进一步淘汰燃煤设施；从严控制供热和自备电厂用煤；削减钢铁、水泥等高耗能行业用煤；严控耗煤项目准入。

三、浙江省煤炭利用现状分析

浙江省作为能源资源小省，能源自给率低，绝大部分能源依靠外部调入。同时，煤炭在一次能源消费结构中占比最大。近年来，随着清洁能源示范省建设和大气污染防治法、蓝天保卫战等工作的协同推进，自 2018 年起全省煤炭消费总量逐年下降，能源消费结构逐步优化。

（一）煤炭消费情况分析

经过近年来的关停低小散燃煤锅炉、扩大天然气利用、电能替代等工作，浙江省煤炭消费占比持续下降，消费地区和行业集中度较高，具体分地区、分行业消费情况分析如下：

1、分地区煤炭消费情况分析

通过梳理 2017~2019 年度全省 11 个设区市规上煤炭消费数据，可得到浙江省内分地市煤炭消费占比图，如下图所示。

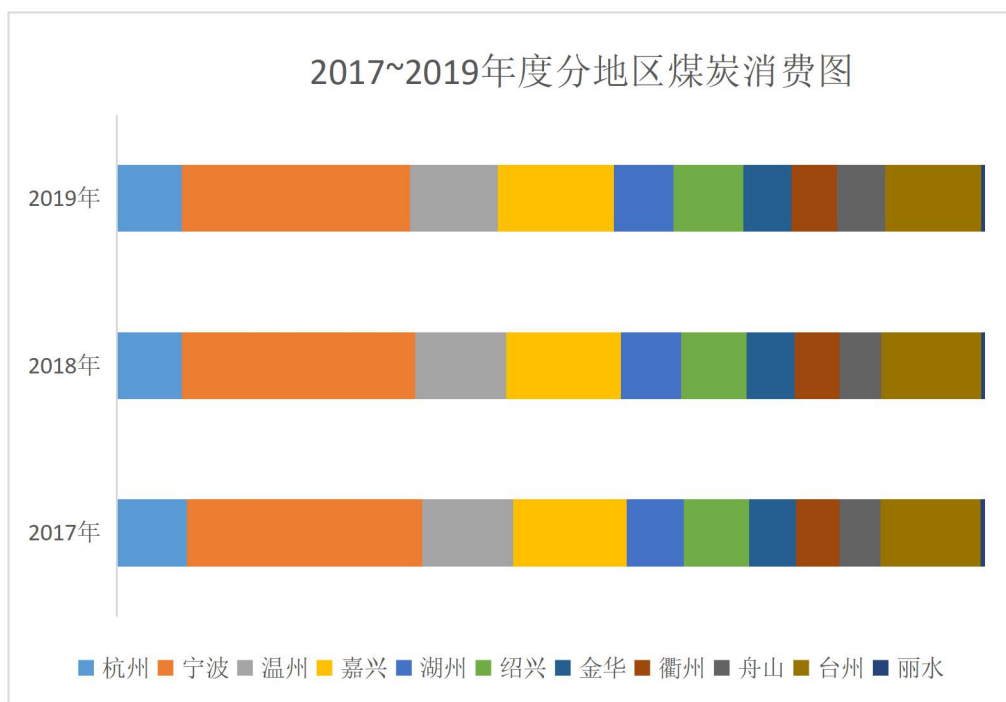


图 4 2017~2019 年度分地区煤炭消费图

由图可知，浙江省煤炭消费地区集中度较高，按煤炭消费量占比大小，全省 11 个设区市可分为三类，其中：**宁波、嘉兴、台州、温州**等地是煤炭消费较为集聚的地区，4 个地市占比超过 60%，这主要是由于浙江省多家大型统调燃煤电厂分布在这几个地市，起到保障全省的电力供应安全的重要

作用。全省煤炭消费第二梯队主要包括杭州、湖州、绍兴、金华、衢州、舟山等地，每个地市占比约为 5~8%，这主要是由于这几个地市的纺织、印染、化工等行业较为集中，地方用热需求较大，导致供热用煤较多。需要注意的是随着舟山绿色石化项目的投产，其产能释放将会导致用煤量的增加（根据初步）。第三梯队为丽水，占比小于 1%，这主要由于丽水市没有燃煤统调电厂，规上工业企业也较少，导致供热发电用煤均较少，其能源结构以水电为主，与浙江省大花园核心区的发展定位相一致。从区域分布看，浙江省用煤地图如下所示。

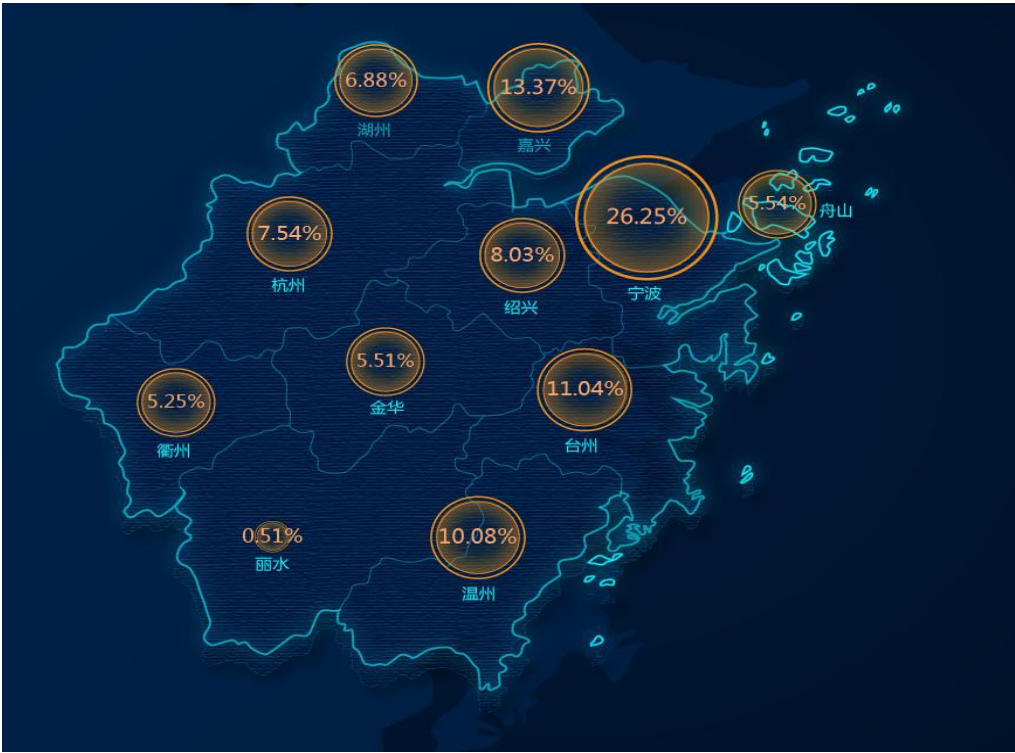


图 5 浙江省用煤地图

2、分行业煤炭利用现状

总体来说，目前浙江省煤炭消费集中利用程度较高，主要分布在电力、热力生产和供应业、非金属矿物制品业、化

学原料和化学制品制造业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、造纸和纸制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、化学纤维制造业、纺织业等，这 8 个行业的煤炭消费占比近 99%，具体情况如下图所示。

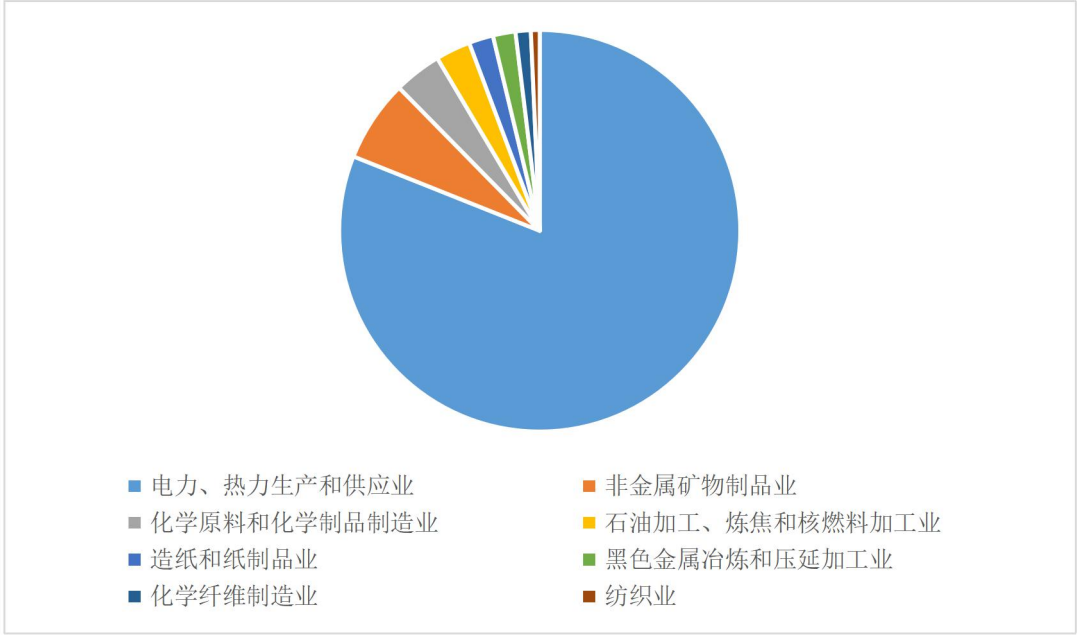


图 6 浙江省煤炭消费行业分布情况

其中，发电供热用煤比重最大，占比约为 80%。非金属矿物制品业以水泥行业为主，占比次之，且比重逐年增加，这主要是由于浙江省在 2017 年已基本完成淘汰落后产能和压减过剩产能行动，省内水泥生产线基本为 1000 吨/天以上的大型生产线，产能相对稳定，煤炭消费量随水泥行业景气发展有所增加。黑色金属冶炼和压延加工业即钢铁行业（长流程钢铁企业），浙江省内以宁波钢铁、衢州元立等企业为典型代表，生产水平在全国处于领先地位，近 3 年来煤炭消费总量有所降低。石化、化工的煤炭消费合计占比超过 5%，也是我省控制煤炭消费未来重点关注领域之一。

从经济产出看，2019 年全省发电供热、非金属矿物、化工、石化、钢铁行业增加值占规上企业的比例近 1/4。从就业吸纳看，全省发电供热、非金属矿物、化工、石化、钢铁行业年平均工人数占规上企业的比例约 8.5%。与用煤量占比相比，这几个行业的经济社会效益较低，属于“高煤低效”行业。整体来看，我省产业结构高碳锁定效应明显。

（二）浙江省煤流图

煤流图是可视化分析既定煤炭系统供需平衡和有效利用程度的工具，包括煤炭供应到消费的全过程。基于热力学第一定律，通过构建浙江省煤流系统模型，应用系统和过程（环节）分析方法，可视化的描述浙江省煤炭系统的能源流向，直观反映了浙江省煤炭系统的结构特点。

根据《浙江省能源平衡表》进行推算，采用 E-sankey 软件，可得《浙江省煤流图》，如下图所示。煤炭系统的环节划分为煤炭供应、煤炭输送、加工、转换、发电供热转换、二次能源及直接利用的煤炭输送和分配、终端消费等环节。

浙江省煤流图

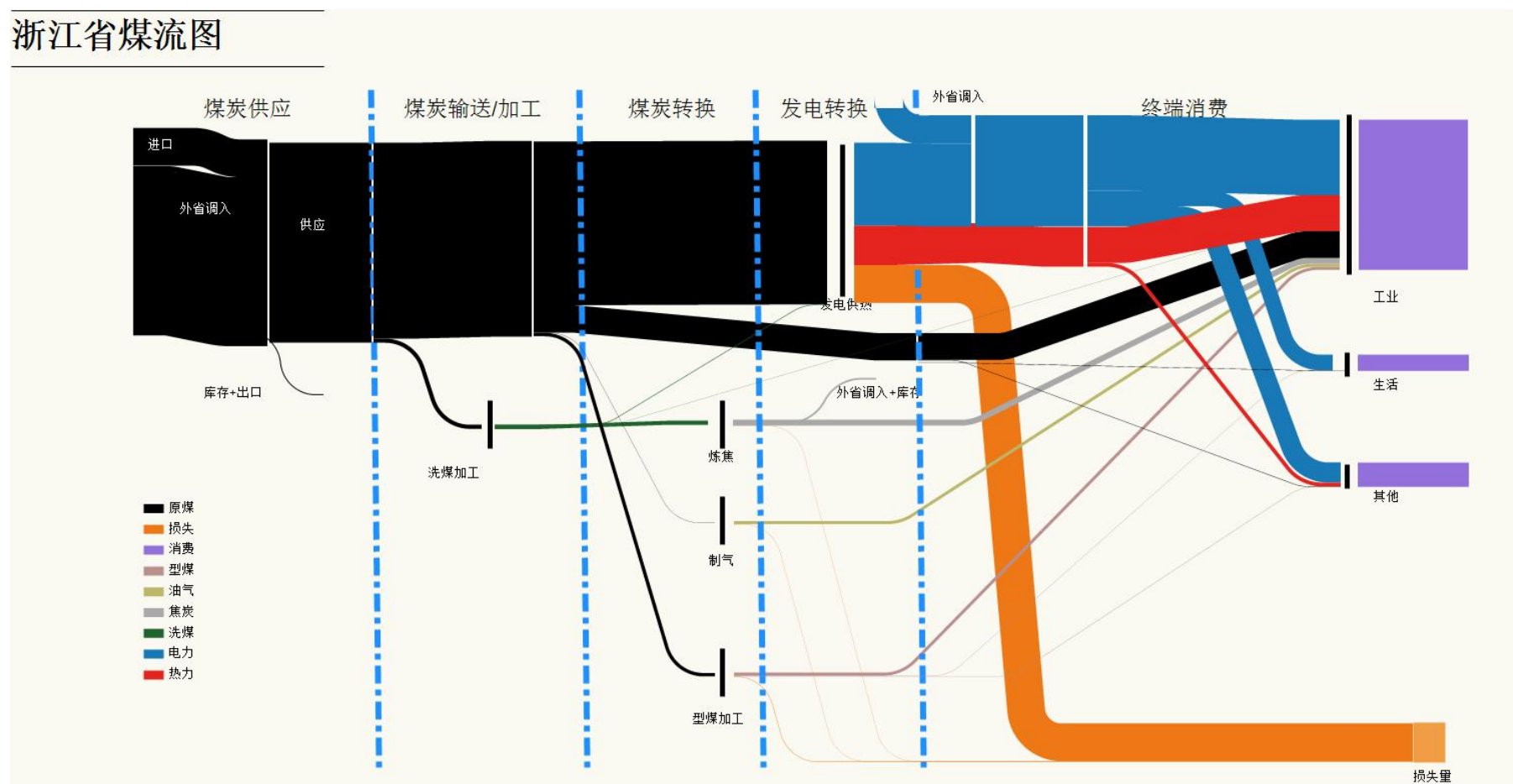


图 7 浙江省煤流图

根据浙江省煤流图，可以看到全省煤炭的来源和使用流向。其中，煤炭供应环节的能源活动分为煤炭的外省调入量、进口量、动用库存量及出口量等；加工环节的能源活动分为煤炭洗选和型煤加工；转换环节的能源活动分为炼焦和煤制气；中心电站转换环节的能源活动分为原煤、洗煤的发电和供热；终端消费环节的能源活动则按照能源种类、部门分为电力、热力、焦炭、原煤、洗煤、型煤等能源品种，工业、农业、交通、生活等部门。

浙江省煤炭供应以外省调入为主，其中，98%左右的煤炭直接流入转换环节，约2%的煤炭通过洗选，产出了洗精煤、其他洗煤等。流入转换环节的煤炭扣除炼焦、煤制气等，流入到发电供热的煤炭占比约为86%，余下14%用于工业、服务业等终端消费。经过加工和转换环节后，流入到发电供热环节的煤炭构成主要包括原煤和少量的煤矸石、煤制气等，电力热力转换损失量占比约为23%。终端消费环节的能源消费量分部门构成中，工业占79%，民用占8.4%，其他占12.6%（主要集中于第三产业）；原煤在终端消费环节中，98%的原煤用于工业部门；说明浙江省煤炭消费集中度较高，大部分集中用于工业领域。

（三）减煤政策和技术分析

近年来，为落实蓝天保卫战、大气污染防治攻坚战等战略部署，浙江省不断优化能源结构，建设清洁能源示范省，在煤炭消费减量替代方面开展了大量的工作，成效较为显著。

1、政策层面

严格控制发电用煤。在保障电力安全的前提下，积极发展可再生能源，并大力争取外来电，减少统调发电用煤，近三年，统调发电用煤持续下降，2020 年较 2018 年统调发电用煤下降约 13%。加强燃煤发电机组综合诊断，积极开展运行优化试验，科学制定优化运行方案，合理确定运行方式和参数，使机组在负荷范围内保持最佳运行状态。根据装机容量，分机组规模控制发电小时数，合理增加大容量机组发电小时数，逐步减少小容量机组发电小时数，有效提高大容量机组发电效率。同时，浙江省大力开发利用天然气、太阳能、生物质能等清洁能源，发电装机结构持续优化，有力得减少了发电用煤。

推进地方热电煤炭消费控制。地方供热需求呈现增长态势，过去几年浙江省大力实施节能改造和能效提升，鼓励次高压机组改造为高温高压及以上参数机组，鼓励现有抽凝机组改造为背压机组。加强发电企业燃煤采购管理，鼓励通过签订长期合同方式锁定主要煤源，保障煤质与设计煤种相符。加强入炉煤计量和检质，严格控制采制化偏差，保证煤耗指标真实可信。积极实施煤炭企业动力煤优质化工程，按要求加快建设煤炭洗选设备，积极采用筛分、配煤等措施，着力提升动力煤供应质量。

严格控制规上工业煤炭消费。持续推进 35 蒸吨/时及以下燃煤锅炉的淘汰，在全省县级以上城市建成区除集中供热锅炉外，全面淘汰高污染燃料锅炉、窑炉、熔炉、煤气发生

炉和茶炉。把工业节煤、减煤作为节能工作的重要内容，组织推动钢铁、建材、石化、化工、纺织等重点用煤行业及其他重点用煤单位持续开展以减煤为重点的节能工作和以电代煤、以气代煤工作。组织实施燃煤锅炉节能环保综合提升工程和焦化、煤化工、工业窑炉煤炭清洁高效利用改造工程。

2、技术层面

在煤炭利用中，在压减低小散煤的同时，重点对电力、水泥、钢铁等主要用煤行业开展减煤技术应用，主要技术分析如下：

电力行业。浙江省近年来煤电发电小时数持续下降，在发电小时数下降的同时，发电效率保持上升的态势。通过超低改造及洁净煤技术，单位供电煤耗已降至 300 克标煤/千瓦时以下，后续考虑到现役机组的高基数，平均供电煤耗下降空间较为有限。

水泥行业。浙江省“十三五”期间，水泥行业基本进入平台期，在产能控制的情况下，煤炭消费量基本得到控制。浙江省在提高能效水平上，广泛开展节能技术改造，推广高效节能煅烧技术、工业废渣替代原料、高效隔热保温材料及砌筑技术、水泥窑炉富氧技术等，并建立能源管控中心，提升数字化管理水平，提高了水泥行业的能效水平。

钢铁行业。根据近几年钢铁行业整体用能情况看，随着杭钢的关闭，浙江省钢铁用能已于“十三五”期间达到阶段性峰值，“十四五”期间钢铁行业煤炭消费量仍有下降空间。在减煤技术应用上，以减少污染物水平为契机，推广清洁生产，

提高钢渣利用率、高炉渣利用率、高炉煤气利用率等。同时，废钢利用大幅增加，有效降低了单位产品的煤耗。

（四）浙江省煤炭消费成本现状

1、煤炭消费成本概述

煤炭消费的主要成本可分为两类，即内部成本和外部成本。内部成本即企业本身在煤炭消费上支出的相关成本，主要包括固定成本和可变成本两类，固定成本主要是煤炭消耗的相关固定资产成本，可变成本主要有煤炭购入成本、煤炭使用运行成本、相关人力成本，以及因政策要求对煤炭消耗产生废弃物进行处置的相关成本，主要是 PM_{2.5}（可吸入颗粒物）、SO₂、NO_x 等大气污染物的末端处置，以实现达标排放。结合我省煤炭消费实际，并参考相关文献，浙江省煤炭消费成本主要构成如下图 8 所示。

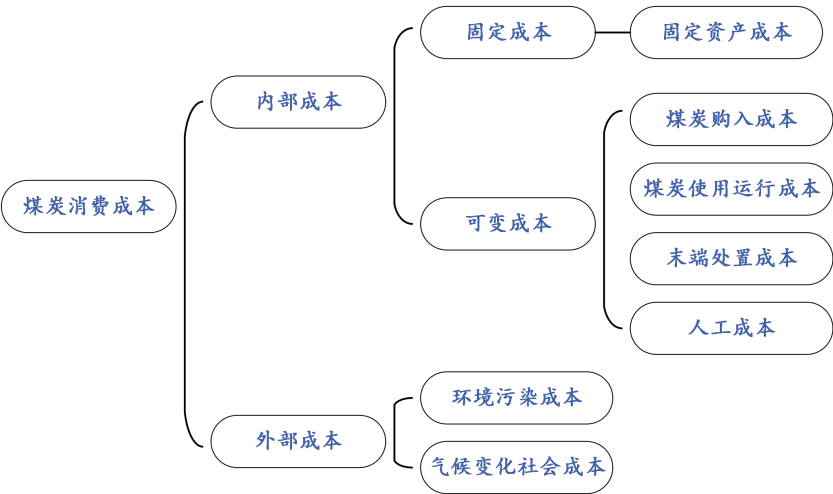


图 8 煤炭消费成本构成示意图

2、浙江省煤炭消费成本核算方法

浙江省的煤炭消费以原煤为主，洗精煤、其他洗煤、煤制品的量较少，因而主要考虑原煤的消费成本，后者绝大部

分通过锅炉燃烧产生热量，以生产电力和蒸汽；很少部分被用作工业原料。内部成本的计算主要考虑以下因素：**固定资产成本**主要包括煤炭运输、存储、燃烧等环节所需固定资产设备的购入成本；**煤炭购入成本**以煤炭消费量乘以煤炭单价得到，主要受煤炭价格影响；**煤炭使用运行成本**的构成主要包括三个部分，原材料成本、燃料成本和运维成本；**末端处置成本**主要是大气污染物处置相关成本，主要包括五个部分，即设备成本、原材料成本、燃料成本、运维成本及排污费；**人工成本**主要是涉及到煤炭消费过程中相关的固定资产采购、煤炭采购、煤炭使用运行、末端处置相关事项耗费的人力相关成本。具体如下表所示。

表 1 内部成本核算汇总简表

类型	细项	核算方式	数据来源
固定资产成本	固定资产设备购入成本	购入成本累加并按使用年限分摊	用煤企业、锅炉设备相关行业协会、公开数据资料
煤炭购入成本	煤炭采购成本	煤炭采购量乘以单价	用煤企业、煤炭采购相关行业协会公开数据资料
煤炭使用运行成本	原材料成本	水的消耗量乘以单价	用煤企业
	燃料成本	柴油和电力的消耗量分别乘以单价	
	运维成本	按每次装机、机修发生费用累加	
末端处置成本	设备成本	设备购入成本按使用年限分摊	用煤企业
	原材料成本	原材料消耗量乘以相应价格	
	燃料成本	燃料消耗数量乘以相应价格	
	运维成本	按每次装机、机修发生费用累加	
	排污费	按实际发生费用	
人工成本	人工薪酬	各人薪酬按职能分摊后累加	用煤企业

外部成本，即环境污染成本和气候变化社会成本，主要

参考国际和国内通用的核算方法，对环境污染成本的核算主要采用以下步骤：（1）采用某种方法，对区域内特定污染物造成的环境污染损失进行核算，得出其总的环境污染损失；（2）将总环境污染损失按污染量进行单位化，得到单位污染物的环境污染损失。

对于气候变化社会成本，主要采用影子价格的思路，按照边际减排成本的概念，借助本地化的模型，结合情景分析的结果，得出浙江省碳社会成本。

3、浙江省煤炭消费成本现状

煤炭价格、单位 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 外部成本主要参考学术界研究和实践设定。煤炭价格采用 650 元/吨，参照 2020 年秦皇岛港平仓价，山西（Q5500）。另外，由于浙江所用煤炭绝大部分均是秦皇岛水运而来，参照相关调查研究，煤炭运输费用按煤炭单价 50% 计，作为煤炭购入成本的一部分。单位 CO_2 气候变化社会成本采用 195 元/吨，参照当前学术界的多数认识 30 美元/吨，按 6.5 元人民币/美元折合计算。单位 SO_2 、 NO_x 环境污染成本分别采用 6907 元/吨、5755 元/吨¹，参照浙江省排污权交易 2020 年以来政府储备量出让价。

采用问卷结合实地调研的方式开展煤炭消费成本研究。首先通过实地调研，结合各地温室气体清单数据，得出全省主要用煤企业名单。其次编制调研问卷，在充分保障企业隐私需要前提下开展问卷调研。最后对回收问卷开展分析，得

¹ 单位 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 外部成本并不是一个固定不变的参数，与排放浓度直接关联，而后者又和排放总量，其中大部分是煤炭消费总量直接关联。因此，这里的单价设定是暂时性，在后续情景分析时可能随着不同煤炭消费总量而发生变动。

到全省用煤企业煤炭消费成本状况。调研共回收问卷 46 份，其中 38 份有效，有效率 82.6%。分行业来看，发电企业 6 家、水泥企业 20 家、造纸企业 8 家、钢铁企业 1 家、合成氨企业 3 家（其中 1 家联产甲醇）。

不同行业煤炭消费成本主要结果如下：

（1）发电企业煤炭消费成本状况

发电企业的煤炭消费成本具有较好的一致性。根据调研问卷，各企业的 7 项成本分配比例一致性程度较好。发电企业平均煤炭消费成本为 553 元/MWh，其中外部成本占比 24.5%。根据调研问卷，我省发电企业平均用煤成本中，64.1%为煤炭购入成本，2.4%为固定资产成本，2.2%为运行成本，3.0%为人工成本，3.9%为末端处置成本，合计内部成本为 75.5%，另有 23.6%为气候变化社会成本，0.9%环境污染成本。

（2）水泥企业煤炭消费成本状况

水泥企业的煤炭消费成本差异性较大。根据调研问卷，除煤炭购入成本、碳社会成本一致性较好以外，各企业的其他 5 项成本分配比例均呈现较大幅度的波动。水泥企业平均煤炭消费成本为 213 元/吨熟料，其中外部成本占比 27.3%。根据调研问卷，我省水泥企业平均用煤成本中，66.3%为煤炭购入成本，0.8%为固定资产成本，2.6%为运行成本，1.7%为人工成本，1.2%为末端处置成本，合计内部成本为 72.7%，另有 24.5%为气候变化社会成本，2.8%环境污染成本。

（3）造纸企业煤炭消费成本状况

造纸企业的煤炭消费成本存在一定的差异性。根据调研问卷，造纸企业的煤炭购入成本、碳社会成本、人工成本、末端处置成本 and 环境污染成本的一致性均较好，而固定资产成本、运行成本的分配比例均呈现较大幅度的波动。造纸企业平均煤炭消费成本为 217 元/吨机制纸，其中外部成本占比 26.8%。根据调研问卷，我省造纸企业平均用煤成本中，65.3%为煤炭购入成本，1.1%为固定资产成本，2.2%为运行成本，2.5%为人工成本，2.1%为末端处置成本，合计内部成本为 73.2%，另有 24.0%为气候变化社会成本，2.8%环境污染成本。

（4）钢铁企业煤炭消费成本状况

钢铁企业平均煤炭消费成本为 564 元/吨粗钢，其中外部成本占比 21.3%。根据调研问卷，我省钢铁企业平均用煤成本中，59.5%为煤炭购入成本，6.4%为固定资产成本，4.0%为运行成本，2.4%为人工成本，6.4%为末端处置成本，合计内部成本为 78.7%，另有 20.8%为气候变化社会成本，0.5%环境污染成本。（由于钢铁企业数量较少，特征尚未体现）

（5）化工企业煤炭消费成本状况

我省化工行业用煤主要分布在合成氨、甲醇和煤制氢企业。其中，合成氨企业平均煤炭消费成本为 2067 元/吨合成氨，甲醇企业平均煤炭消费成本为 2417 元/吨甲醇，煤制氢企业平均煤炭消费成本为 3590 元/吨氢，化工行业企业平均外部成本占比 25.0%。根据调研问卷，我省化工企业平均用煤成本中，70.9%为煤炭购入成本，0.9%为固定资产成本，

1.2%为运行成本，1.5%为人工成本，0.5%为末端处置成本，合计内部成本为75.0%，另有24.8%为气候变化社会成本，0.2%环境污染成本。

自本研究开展以来，受疫情影响、产业链供应链调整影响，全国煤炭价格迎来快速上涨周期，2021年10月15日秦皇岛港平仓价，山西（Q5500）已高达2270元/吨，和前期研究采用的650元/吨产生较大差异，故作补充分析：

按此煤炭价格计算，各行业的煤炭消费成本均出现显著攀升，且显著向内部成本，尤其是煤炭购入成本倾斜，反映出煤炭价格快速上涨带来企业相关支出的大幅增加。具体为：

（1）发电企业的平均煤炭消费成本上升至1435元/MWh，增幅159.5%，内部成本占比上升至90.6%，其中煤炭购入成本占比即达86.2%，单是此一项即已是天然气发电全部成本的2倍。（2）水泥企业的平均煤炭消费成本上升至566元/吨，增幅165.7%，内部成本占比上升至89.7%，其中煤炭购入成本占比即达87.3%。（3）造纸企业的平均煤炭消费成本上升至568元/吨，增幅161.8%，内部成本占比上升至90.2%，其中煤炭购入成本占比即达87.2%，单是此一项即已是天然气全部成本的2.3倍。（4）钢铁企业的平均煤炭消费成本上升至1400元/吨，增幅148.2%，内部成本占比上升至91.4%，其中煤炭购入成本占比即达83.7%。（5）化工企业，合成氨企业平均煤炭消费成本为5718元/吨合成氨，甲醇企业平均煤炭消费成本为6687元/吨甲醇，煤制氢企业平均煤炭消费成本为9934元/吨氢，上涨幅度皆超过175%，内部成本占比

上升至 91.0%，其中煤炭购入成本占比即达 89.5%，单是此一项即已是天然气全部成本的 2.7 倍左右。

在后续的研究中，将以分行业的单位产品煤炭消费成本为基础，继续考虑**成本的主要影响因素的变动趋势**，分析不同**减煤情景下全省煤炭消费成本的总量、结构**等特征。进而考虑通过直接压减或非煤能源替代等方式，实现从某一情景到另一情景的过渡路径，并比较过渡前后的煤炭消费成本变动情况，研判减煤情景下的现实可能性。

四、浙江省减煤形势及总体思路

为了明确浙江省减煤工作目前所处形势，在梳理当前浙江省煤炭利用现状的基础上，对减煤工作所处的战略环境进行具体分析，首先通过 PEST 方法（宏观环境的分析，P（political）是政治，E（economic）是经济，S（social）是社会，T（technological）是技术）分析减煤的宏观环境，通过 SWOT 方法（基于内外部竞争环境和竞争条件下的态势分析，S(strengths)是优势，W(weaknesses)是劣势，O(opportunities)是机会，T(threats)是威胁）提出浙江省减煤工作的优势和劣势、机遇和挑战，进而提出浙江省减煤的总体思路。

（一）浙江省减煤工作 PEST 分析

1、政策环境分析

煤炭消费总量控制得到国家和省高度重视。2013 年以来，国家不断出台关于控制煤炭消费总量的方案或规划，提出要大力推进散煤治理和煤炭消费减量替代。按照国家相关部署

要求，浙江省将煤炭消费总量控制作为深入推进生态文明建设和清洁能源示范省创建的重要抓手，先后印发《浙江省大气污染防治行动计划（2013—2017年）》《浙江省打赢蓝天保卫战三年行动计划》《浙江省进一步加强能源“双控”推动高质量发展实施方案（2018-2020年）》等文件，明确了“十三五”期间我省的煤炭消费总量控制目标和实现路径。

碳减排约束将加速我国煤炭消费减量替代进程。2020年9月22日，习近平主席在第七十五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，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。煤炭是最高碳的矿物燃料，是导致气候变化的人为因素中的最大驱动力，减少煤炭消费是应对气候变化的重要举措之一。可以预见，在“十四五”及更长的一个时期内，我国仍将高度重视煤炭的清洁高效利用和煤炭消费的减量替代。

2、经济环境分析

煤炭为我省建设社会主义现代化提供能源保障。“十四五”时期，是我省开启高水平全面建设社会主义现代化新征程、努力成为新时代全面展示中国特色社会主义制度优越性重要窗口的新时期。随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，长三角一体化发展等国家战略深入实施，我省将进入能耗高平台期，能源消费呈现刚性增长趋势，煤炭仍将是保障我省经济社会发展的主力能源。

2020年爆发的新冠疫情对世界经济格局、政治格局都带

来现实和深远的影响，国际形势越来越复杂，能源安全越来越不容忽视。2020年4月8日，中共中央政治局常委会提出，要坚持底线思维，做好较长时间应对外部环境变化的思想准备和工作准备。4月17日，中共中央政治局会议又在“六稳”基础上提出“六保”，其中提出要保粮食和能源安全，这是中央首次提出保能源安全。5月22日，李克强总理在第十三届全国人大第三次会议上的《政府工作报告》中提出保障能源安全，第一条就是推动煤炭清洁高效利用，充分证明了煤炭在保障能源安全方面的特殊重要性。

煤炭仍具有明显的价格优势。据估算，当前煤炭价格不足石油的1/3，不及天然气的1/8。燃电的成本约为天然气发电的一半，与陆上风电和光伏电站相比成本约为2/3。因此，相比其他能源，煤炭具有明显的价格优势。随着我国煤炭产能快速扩张，市场供给能力明显增强，而在经济增速放缓和能源结构调整的背景下，煤炭消费需求持续减少，在较长的一段时间内仍将出现供给大于需求的局面。相比其他能源，煤炭的价格优势仍将存在。

3、技术环境分析

我省的煤炭利用水平已较为先进。2019年，浙江省火电（热电）、钢铁、水泥等一批高耗能产品单位能耗水平处国内领先或先进水平，能耗和煤耗利用水平较高。其中，全省6000千瓦及以上火电厂发电标准煤耗为282gce/kWh，与上年基本持平；供电标准煤耗为297gce/kWh，比上年提高1gce/kWh，两个指标均处于国际国内领先水平。非金属矿物

制品业、金属冶炼及压延加工业、石化行业等行业能效水平仍在持续提高，2019 年单位工业增加值能耗分别下降 6.8%、5.2%和 4.9%。与此同时，煤炭的技术创新体系正在逐步完善。目前浙江省正积极创建能效创新国家试点，“十四五”时期浙江省能效技术创新将出现较快发展。

我省可再生能源发展稳步推进。“十三五”以来，我省高度重视可再生能源发展，并取得较大成绩。截至 2019 年底，全省可再生能源装机容量约 2800 万千瓦，占比约 30%。面对能源高质量发展要求，作为支撑能源绿色转型的重要一环，“十四五”时期我省将大力推进海上风电、光伏等可再生能源发展，力争新增可再生能源装机 1800 万千瓦以上，可再生能源装机占比超过 37%，基本形成以风电、光伏发电、水电和生物质发电为主，海洋能发电和地热能综合利用为辅的多元发展新格局。

4、社会文化和生态环境分析

人口增长和城市化进程加快带来能源的刚性需求。浙江省是人口净流入大省，随着经济和人口的进一步集聚，“十四五”时期浙江总人口将继续增加。随着人口规模的增长和城市化水平的提升，一定程度上将推动能源消费量的增长。

重要窗口建设将加快推进我省生态文明建设。2020 年，习近平主席在浙江考察期间，赋予了浙江努力成为新时代全面展示中国特色社会主义制度优越性的重要窗口的新目标新定位，其中一个重要的内涵是努力建设展示人与自然和谐共生、生态文明高度发达的重要窗口。就是以浙江践行“绿水

青山就是金山银山”理念、高水平生态省建设的具体实践，生动展现中国人民坚定不移走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路的坚毅行动。

生态环境约束推动煤炭的清洁高效利用和消费减量替代。过去几十年，煤炭在支撑我国经济社会快速发展的同时，由于粗放的生产和消费模式，也带来了生态破坏、环境污染、温室气体减排压力加剧等一系列问题，对人们的身心健康产生了严重影响。面对日益严峻的能源利用和环境约束的挑战，我国已将资源循环利用和生态环境保护提升到战略新高度。这对未来的煤炭利用提出了更高要求，必须严格实行煤炭消费总量控制，煤炭利用亟需向着安全、清洁、高效转型升级。

（二）浙江省减煤工作 SWOT 分析

1、机遇

（1）碳减排约束将加快我国减煤进程

碳减排目标的提出不仅是我国向国际社会的庄严承诺，更是我国加快生态文明建设实现可持续发展的内在需要。“碳达峰、碳中和”目标的提出是党中央、国务院统筹国际国内两个大局作出的重大战略决策，充分展示了我国应对气候变化工作的雄心和决心。此次提出的达峰目标及碳中和目标，与之前的强度目标不同，直接聚焦到排放总量的控制，意味着2030年后中国的排放总量必须下降，这对我国能源消费的总量控制、能源利用效率的提升以及能源结构的优化都提出了更高的要求，将直接加快我国煤炭的清洁化利用和减煤进程。

（2）减煤工作面临良好的政策环境

2018 年，中共中央 国务院印发《关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》，提出要“大力推进散煤治理和煤炭消费减量替代”，并要求到 2020 年上海、江苏、浙江、安徽及汾渭平原煤炭消费总量比 2015 年均下降 5%左右。同年，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，再次强调“重点区域继续实施煤炭消费总量控制”，提出要“重点削减非电力用煤，提高电力用煤比例，继续推进电能替代燃煤和燃油”。同时，作为清洁能源示范省的浙江省，煤炭的清洁化利用和消费减量替代被放在重要位置，得到全省的高度重视。

（3）“重要窗口”建设将加快我省能源结构调整

“努力成为新时代全面展示中国特色社会主义制度优越性的重要窗口”是我省当前和长远发展重要的角色定位和使命担当。“十四五”时期，在建设“重要窗口”目标的指引下，我省将深入推进生态文明建设和清洁能源示范省创建，加快能源结构调整步伐，努力提高非化石能源消费占比，严格控制煤炭消费总量，推动煤炭的清洁高效利用。

2、挑战

（1）煤炭仍是主体能源的地位短期难以改变

煤炭对我国经济社会发展的贡献是巨大的，由于我国“富煤贫油少气”的资源禀赋，尽管核能、风能、太阳能等清洁能源在逐年增长，但未来较长时间内，煤炭仍然是保障我国经济社会发展的主力，其主体能源的地位仍将持续。对浙江省来说同样如此，2019 年浙江省煤炭占一次能源消费总量比重

为 45.3%，火电占比超过 63.46%，发电量占比超过 62%。

（2）现代化建设新征程推动能源消费呈现刚性增长

“十四五”时期是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年，我国将进入新发展阶段。在一定程度上，工业和现代化就是工业化加城镇化。能源是现代化的重要驱动力，工业革命以来的现代化进程都是能源推动的。因此，“十四五”时期随着工业、建筑、交通等领域电气化水平的进一步提高以及居民生活质量的持续改善，我国和我省能源消费总量都将保持增长态势。

（3）长三角一体化发展将带来经济和用能的进一步集聚

2019 年政府工作报告首次明确提出“将长三角区域一体化发展上升为国家战略，编制实施发展规划纲要”，标志着长三角一体化发展成为继京津冀协同、粤港澳大湾区建设之后的又一国家级经济发展战略，必将推动长三角一体化发展朝着更深层次迈进。可以预见的是，下阶段人口和产业将进一步向长三角区域集聚，实现经济发展的集聚效应。与此同时，也必将带来用能的集聚，从全国范围来看长三角区域的能源消费量将实现更快速度的增长。

3、优势

（1）我省煤炭清洁化利用技术较为先进

我国煤电发电效率在全球处于第一位，我国正执行比美

国、日本等发达国家更加严格的排放标准。而浙江省的煤电发电效率在我国又处于前列。2018 年我省 6000 千瓦及以上火电长供电标准煤耗为 296 克标准煤每千瓦时，比全国相应机组低 12 克标准煤每千瓦时。截至目前全省统调燃煤发电机组超低排放改造率接近 100%；地方燃煤机组已于 2017 年完成超低排放改造任务。同时，我省水泥、石化等耗煤行业单位产品能源利用效率处于全国先进水平，为我省煤炭消费的清洁化利用和减量替代工作提供了技术支持。

（2）产业能效技术创新仍存较大潜力

当前，我省已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，处在转变方式、优化结构、转换动力的攻关期。随着新基建加快推进，互联网、物联网、区块链等新一轮技术革命重塑产业能效，节能边际成本有望进一步下降。节能技术创新将成为驱动新一轮科技革命和产业变革的重要动力。一方面，超高能效设备产品、低能耗建筑、节能和新能源汽车等在我省有着广阔的市场空间和应用前景，可不断形成绿色发展新动能；另一方面，能源强度下降会带来经济增长红利，对传统产业实施节能升级改造，可以赋能实体经济，在绿色转型中形成新的经济增长点。产业能效提升是我省产业绿色转型的重要动力，仍有较大潜力。

（3）数字化治理为减煤工作注入新的推动力

当前大数据、人工智能、区块链等数字技术被广泛应用于智慧城市、公共事务管理等社会治理领域中，加速了社会治理的数字化转型进程。在能源领域，数字化将使能源管理

更合理。数字化治理可有效利用部署于能源系统的海量设备所产生的数据，实现主动式能源管理。数字化能源管理可对能源的生产、分配、转换和消耗的全过程进行科学的计划、组织、检查、控制和监督，将全面提升煤炭使用的合理性，确保减煤工作管理的有效性，全面提升能源效率。

4、劣势

（1）煤炭消费已实现高度集中利用

经过“十二五”和“十三五”的努力，我省已全面淘汰 10 蒸吨/小时及以下燃煤锅炉，基本淘汰 35 蒸吨/小时以下燃煤锅炉，剩余燃煤锅炉数量较少，削减散煤空间有限。2019 年，全省超过 95%的煤炭消费集中于发电供热企业和较大的用煤工业企业，其中发电供热企业消费占比 77.2%，非金属矿物（主要是水泥）、化工、石化、钢铁企业消费分别占比 6.3%、4.8%、3.6%、3.3%，规下及散煤利用极少。煤炭消费已实现高度集中利用，散煤已“减无可减”，这对下步减煤工作造成了很大的压力。

（2）我省能源资源禀赋一般

我省是能源资源小省，能源资源严重依赖外部调入。但目前省外来电和上游天然气供浙资源紧张，替代能源缺乏。同时，我省可再生能源、核电等能源对全省能源供应大局贡献较小，2019 年我省非化石能源量仅占全省能源消费量的 17.38%，且浙江省的能源资源禀赋也决定了可再生能源发展潜力有限。

（3）我省能源利用效率已达到阶段性高位

我省不仅单位 GDP 能耗这一综合性指标相对较低，居全国前列，按购买力平价法测算已低于世界和 OECD 成员国平均水平，主要产品单耗也明显低于全国平均，不少产品单耗已达到甚至超过世界先进水平，通过技术改造进一步提升能源利用效率的难度越来越大。“十三五”时期，由于产品能效处阶段性高位，23 种主要产品单耗指标中降幅 10% 以上的仅有 3 种。同时由于中小型企业相对较多，重点行业、企业节能贡献相对偏小，在量大面广的中小型工业企业中推广、应用节能技术的成本相对偏高。

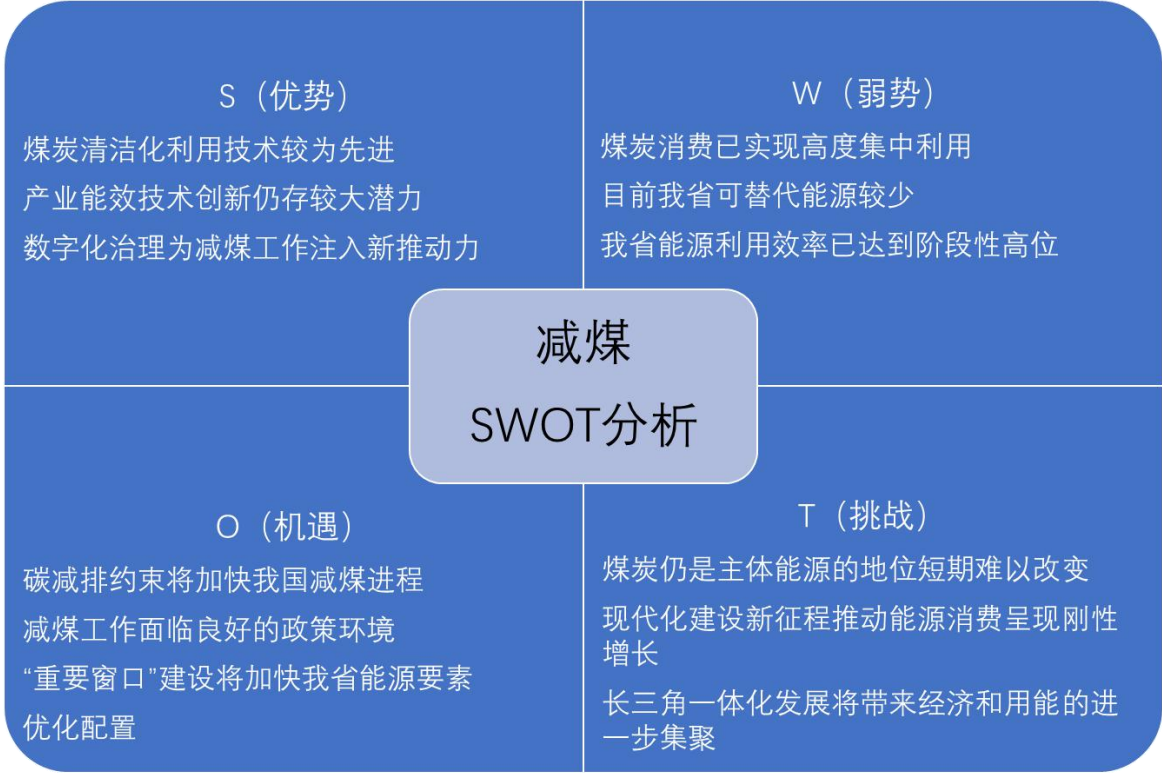


图 9 浙江省减煤 SWOT 分析图

（三）浙江省减煤总体思路

2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第七十五届联合国大会上提出“2030 碳达峰，2060 碳中和”的宏伟目标。12 月 17

日，习近平主席在 2020 年中央经济工作会议中强调，做好碳达峰、碳中和工作是重点经济工作任务之一，要抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。2021 年 3 月 15 日，习近平主席主持召开中央财经委员会第九次会议强调，把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局，“十四五”时期要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动等。

在此背景下，我省正积极制定碳排放达峰行动方案。逐步减少化石能源消费量，不断提高非化石能源消费占比是实现碳排放达峰的主要途径之一。煤炭作为最高碳的化石燃料，煤炭消费量理应实现提前达峰、尽早达峰。因此，要做好顶层谋划，要紧密结合我省碳达峰行动方案，科学制定减煤路线图。

与此同时，仍要清楚地看到当前煤炭在我省能源安全保障方面扮演的重要角色。推进减煤工作需要循序渐进，要兼顾经济社会发展能源保障和能源结构优化，统筹推进经济发展和环境保护，由“控”向“减”逐步转变。具体来说，可以把我省的减煤工作分为两个阶段。

“十四五”时期：我省减煤工作应以“**控**”为主，着力推动煤炭的高效清洁利用。这一阶段，由于非化石能源消费占比较小，煤炭仍将作为主要的基础能源为省的经济社会发展提供动力源。

中长期：我省的减煤工作则应转变到以“**减**”为主，目标

是大幅削减我省煤炭消费量，煤炭将逐渐摆脱主体能源的角色地位，向补充能源的角色转变。

具体到减煤的路径，我省的减煤工作将主要依靠三个方面的举措。**一是结构减煤。**从消费侧和供给侧的角度，通过调整产业和能源结构来实现减煤，做好重点耗煤行业规划和布局，淘汰落后耗煤企业、产能和设备，并加快推进核电、太阳能等清洁能源。**二是技术减煤。**即通过采用煤炭清洁高效利用技术减少单位产品的煤耗，并大力推广煤炭替代技术实现减煤。**三是管理减煤。**主要通过节能审批、区域能评等行政举措，以及各类市场机制，并采用数字化手段加强用煤管理。综上，我省的减煤总体思路图如图 10 所示。

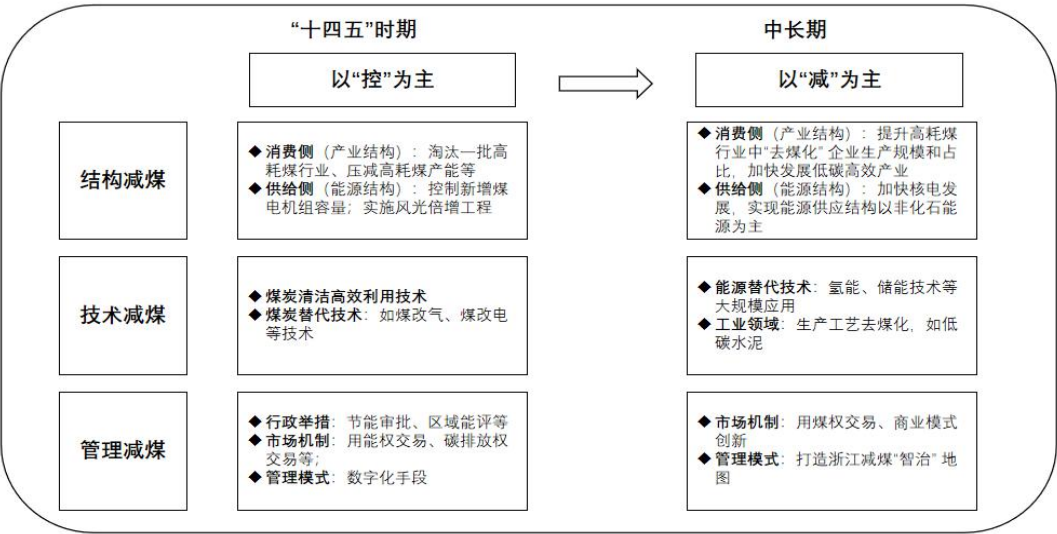


图 10 浙江省减煤总体思路图

五、浙江省煤炭消费情景分析

基于对浙江省煤炭消费现状和减煤战略的分析，主要对发电、水泥、化工、钢铁等行业的发展进行研判，综合考虑

浙江省能源转型、产业发展、技术进步等实际情况，并参考全国 2030 年碳达峰、2060 年实现碳中和的时序要求，建立浙江省“十四五”和中长期煤炭消费 LEAP-2060 模型，通过合理的减煤路径实现浙江省煤炭消费的尽早达峰和减量替代。根据情景分析的结果，对不同情景的煤炭消费成本进行测算，结合减煤路径，进而得出不同情景下浙江省减煤成本。

（一）煤炭消费预测总体思路

在构建煤炭消费预测模型时，总体思路是构建基于 CGE 经济能源环境模型，首先对未来经济社会发展进行预测，进而对分行业煤炭消费情况进行预测，从而得出浙江省煤炭消费预测结果。基本原理见下图。

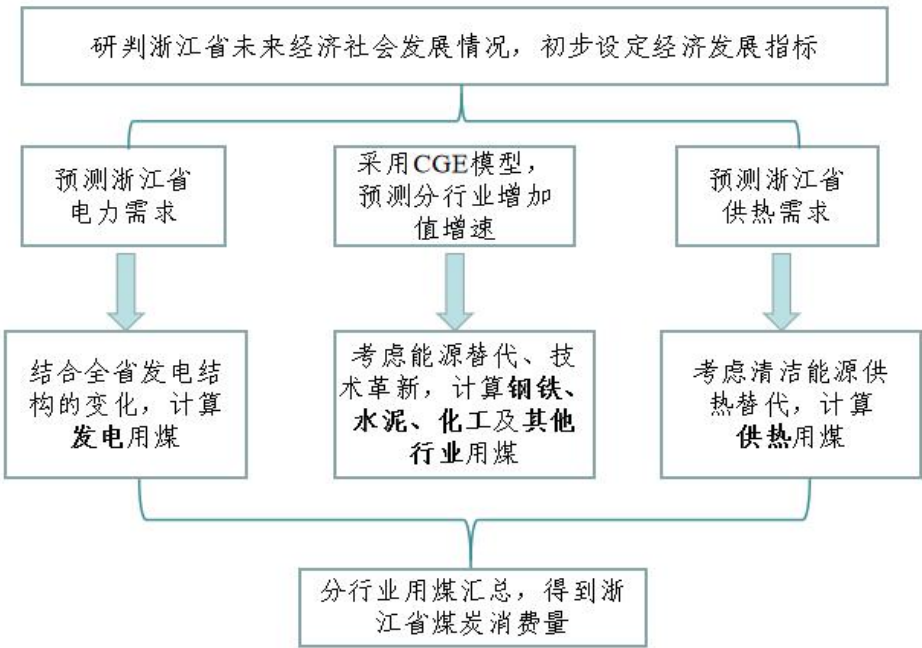


图 11 煤炭消费预测模型原理

1、整体设计思路

按照浙江省“十四五”和 2035 年远景规划目标要求，结合

我省碳达峰背景下对于产业结构调整导向，采用 CGE 模型，对用煤重点行业的增加值增速进行预测。考虑到全省煤炭消费主要集中在发电供热、钢铁、水泥、化工等行业，在构建模型时采用分行业预测法，分别构建不同行业的预测模块，最终将所有行业的煤炭消费量加总，得到全省煤炭消费总量。

2、分行业用煤预测思路

（1）发电：主要是基于电力平衡开展预测，根据浙江省电力需求推算电力供应结构，进而推算煤机发电量、用煤量。首先，根据“十四五”和中长期尺度范围内浙江省经济发展、产业发展的特点，合理预测第一产业、第二产业、第三产业和居民生活领域用电量。其次，基于浙江省电力平衡方案，研究提出电力供应方案，主要包括对煤电、气电、水电、核电、风电、太阳能、生物质能以及外调电等的发电装机、发电量的预测，重点考虑核电、风电及太阳能发电的建设布局，以及外来电中清洁电力比例等问题。最后，基于上述煤电发电量预测结果，并考虑技术进步、管理水平提高带来的发电煤耗下降，得到发电行业的煤炭消费量。

（2）供热：“十四五”时期，主要根据我省供热新上项目情况，并结合近五年供热变化趋势进行预测；中长期看，主要是按照工业供热需求变化以及其他清洁供热方式的推广进行预判。

（3）水泥：基于 CGE 模型预测得到的水泥行业增加值增速，结合我省碳达峰约束下的产业结构调整导向，合理预测“十四五”和中长期全省水泥熟料产量，根据我省单位熟料

耗煤量，预测得到水泥行业的煤炭消费量。

（4）**钢铁**：基于 CGE 模型预测得到的钢铁行业增加值增速，结合我省碳达峰约束下的产业结构调整导向，合理预测“十四五”和中长期全省粗钢产量，根据我省单位粗钢耗煤量，预测得到钢铁行业的煤炭消费量。

（5）**化工**：目前我省化工行业存在用煤的主要是合成氨、甲醇和煤制氢生产，首先参考了国家对合成氨、甲醇、煤制氢化工发展的预测，并结合浙江省的实际，考虑石油化工项目布局对主要化工产品的影响，对合成氨、甲醇和煤制氢用煤量进行预测。

（二）情景设置

本课题在基于全省未来经济社会发展趋势、发展阶段特点，以及国内外专家学者对国家层面的能源系统趋势研判的基础上，根据浙江省已出台的有关能源和产业政策的政策与规划，适度参考部分主要发达国家节能减排的相关指标和系数，研究确定煤炭消费关键领域的参数，根据能源结构调整、产业结构调整、技术进步等关键部门不同程度的进展确定减煤的两个情景，分别为基准情景、碳达峰情景。**基准情景**主要是依据当前经济社会发展趋势，按照《浙江省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等相关要求设置具体参数；**碳达峰情景**主要是对标浙江省碳达峰碳中和任务，并根据国家对控制煤炭消费的要求，从产业结构调整、能源结构优化等角度着手降低煤炭消费，按照满足全省碳达峰的要求设置具体参数。具体情景设置见下表：

表 2 情景设置情况

部门	基准情景	碳达峰情景
发电	按照既有政策，常态化推进可再生能源发电项目，“十四五”期间，实现风光倍增计划，继续有序推进抽水蓄能电站的建设，中长期持续推进可再生能源的开发，充分挖掘可再生能源开发潜力；核电方面，按照国家总体部署，有序推进三门核电、三澳核电的建设。	“十四五”期间，加快可再生能源发展，实现风光倍增，并加快推进核电发展，2030 年前，推进三门二期、三澳一期二期的投产；2060 年，核电逐渐成为主力电源，煤电机组进一步压减。
供热	继续推进集中供热，优化供热布局，提高供热效率，并适时发展核电机组供热、可再生能源供热等新型供热方式，控制供热用煤量。	创新供热方式，加快探索和推进可再生能源、核电等在供热领域的应用，全力降低供热用煤。
钢铁	坚持淘汰落后与节能创新结合，在不增加产能的基础上，适当提高技术标准，并坚持淘汰落后产能，减少钢铁用煤。	进一步压减粗钢产能，提高废钢比，2030 年，粗钢产能较基准情景压减约 70%。2030 年后，粗钢进一步压减。2040 年后，粗钢产能基本为 0。
水泥	在不再新增产能的基础上，推进熟料外省调入比例的提高，并鼓励水泥企业煤炭替代。	进一步压减水泥行业用煤，2030 年，水泥（熟料）产能较基准情景压减 60%。2050 年后，浙江省熟料产量降为 0。

化工	充分考虑为提升能源安全战略保障能力对化工（石化）发展进行的规划部署，考虑重大项目的上马带来的能耗上升；严格控制合成氨、甲醇的产能扩张，加大技术创新降低单位产品煤耗；在适当提高技术、环保标准的前提下，合理严格控制煤制氢、煤制烯烃等等产业的发展规模。	采用更加严格的技术标准倒逼产业转型和煤耗水平降低，进一步控制合成氨、甲醇用煤，2030 年，较基准情景产能下降约 20%；采用更严格措施控制煤制氢等产业的发展规模，大力推进天然气制氢，2040 年之后，较煤控情景，天然气制氢替代率提高 40%。
其他行业	坚持严格控制煤炭消费的策略，鼓励重点行业通过生产工艺和产品结构的优化，积极推进煤改电、煤改气工作，尽力减少煤炭消费。	以最大力度推进煤改电、煤改气工作，2050 年后，其工业行业用煤接近 0。

（三）煤炭消费情景分析结果

1、煤炭消费总量分析

通过情景分析，初步得出不同情景下的预测结果：

基准情景下，在发电用煤、化工用煤增长的带动下，煤炭消费预计在“十四五”阶段持续增长，在“十五五”时期（2027 年左右）达到峰值。随着石化项目产能逐渐释放和核电项目的发电投产，预计煤炭消费将出现回落，并在产业结构调整、能源结构持续优化等工作的推动下，2030 年之后保持下降趋势，2060 年煤炭消费量预计较峰值下降 50%。

碳达峰情景下，在核电、风能、太阳能等新能源的加快发展下和工业领域煤炭消费的严格控制下，核电、天然气、太阳能等清洁能源快速发展，在工业领域的能源替代以及水

泥熟料、粗钢产能的严格控制下，煤炭消费量预计在 2023 年达到峰值，峰值水平较煤控情景低近 3000 万吨。

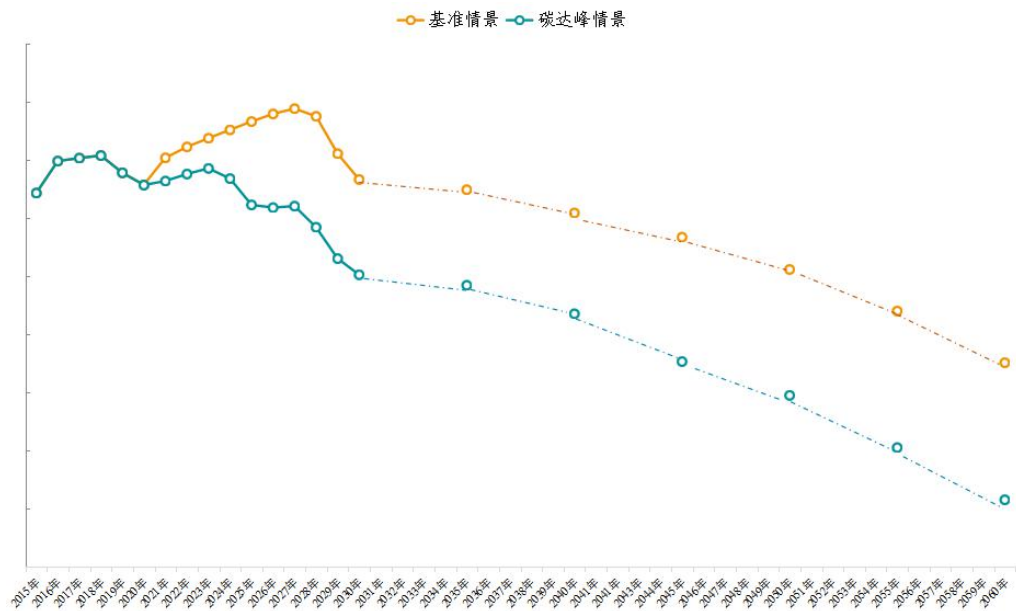


图 12 不同情景下浙江省煤炭消费预测图

2、分部门煤炭消费情况

从分部门的情况看，发电用煤占比始终位列第一，无论在基准情景还是达峰情景下，达峰年份发电用煤占比均为 65%左右，2030 年后，随着我省核电及其他清洁能源发电占比逐渐提高，发电用煤保持下降趋势；供热用煤位列其次，供热用煤占比基本稳定，约为 20%；由于煤制氢项目的上马及气体化工产品（合成氨、甲醇）用煤的刚性需求，化工行业用煤占据较为重要一部分，占比逐年上升，2020 年占比约为 5%，至 2040 年，占比提升至约 13%（基准情景）；钢铁、水泥产能只减不增，在后亚运时期，预计水泥、钢铁需求量有所下降，同时考虑到高耗能行业在海外的谋划布局，浙江省钢铁和水泥行业用煤占比将持续下降。

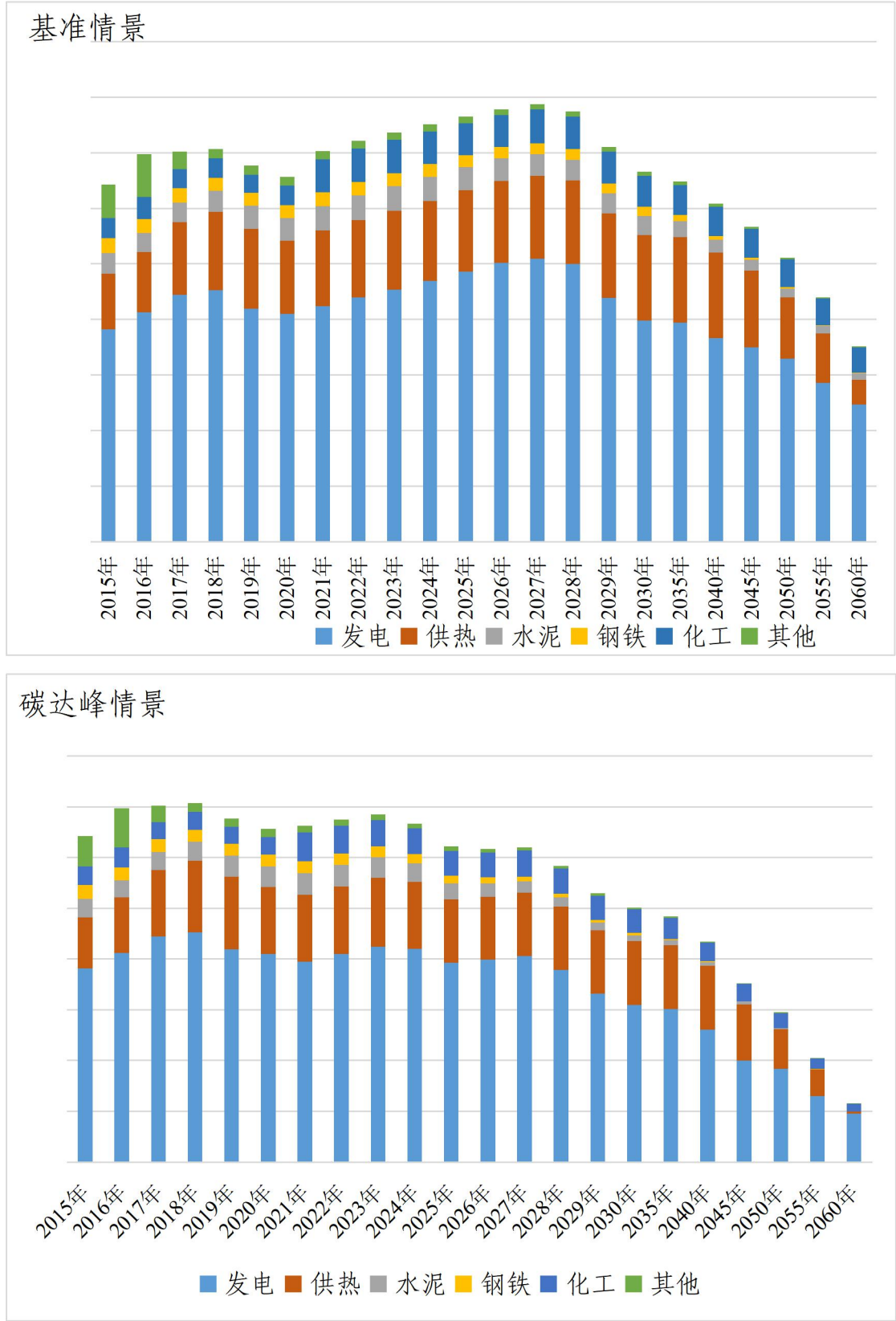


图 13 不同情景下分部门煤炭消费情况

（四）减煤成本比较分析

1、分部门减煤成本分析

减煤主要考虑两种形式，产能退出、能源替代，其中又以后者为主。对于钢铁、水泥等生产工艺需要用煤，且较难通过工艺实现去煤的，减煤主要通过**产能退出**实现。对于发电、造纸（自备电厂）、化工等可通过煤改气同样可达到工艺要求的，减煤主要通过**能源替代**实现。此外，通过**技术改造和作业方式**的提升，也可以在不影响产出同时减少煤炭消费量，这一点在本章第三部门的情景分析中已有考虑。

对于产能退出，减煤的主要成本是损失了相关的固定资产成本，减少了碳排放成本、环境污染成本，同时也减少了当地的财政收入，并对就业带来不利影响。在能源替代时，减煤的主要成本是两种能源下生产方式的成本比较，而对财政收入及就业的影响相对较小。本节主要探讨企业的减煤成本，下节关注减煤对财政收入、就业等宏观要素的影响。

基于基准情景、碳达峰情景预测结果，对分行业的减煤成本进行全面分析，比较不同情景下减煤成本的差异特征，给出减煤路线建议。若减煤成本为正，代表着若推动减煤举措，在考虑外部成本效应情况下，企业仍需为其支付额外的成本，这其中主要是内部成本增加引起的。若减煤成本为负，则代表推动减煤举措，企业可获得额外的效益，这其中主要是外部成本减少带来的。

从基准情景看，从 2021 年或开始绝对减煤年份计算，煤炭的负外部效应将明显减少，带动各行业的减煤总成本先

正后负，2030 年总减煤成本为 3.65 亿元，2035 年将降至-3.38 亿元，出现正向收益。分行业看，除发电外²，水泥、钢铁、造纸、合成氨、甲醇、制氢行业的减煤成本均为负值。对发电来说，由于燃料成本占比高，天然气相对煤炭的度电成本仍然偏高，即使考虑外部成本，仍然存在正值的减煤成本。若不考虑外部成本，发电行业的煤改气带来的成本增加在 2030 年将达到 19.33 亿元，2060 年将达到 33.81 亿元；考虑外部成本后，两者分别降至 10.51 亿元、18.38 亿元，考虑外部成本后天然气发电的成本相对大幅减少。水泥、钢铁两个行业直接减少产能，固定资产的损失与消除的负外部性相比较小，存在较大的减煤效益，2030 年将分别达 7.85、6.51 亿元，2060 年进一步扩大至 20.85、11.91 亿元。造纸、合成氨、甲醇、制氢行业要到 2030 年后才实质推进绝对减煤，但总体都具有正向的减煤收益，2060 年合计收益将达 5.16 亿元。

² 该处充分考虑了内部成本和外部成本的变动性，如煤炭价格、碳价的变动等因素。

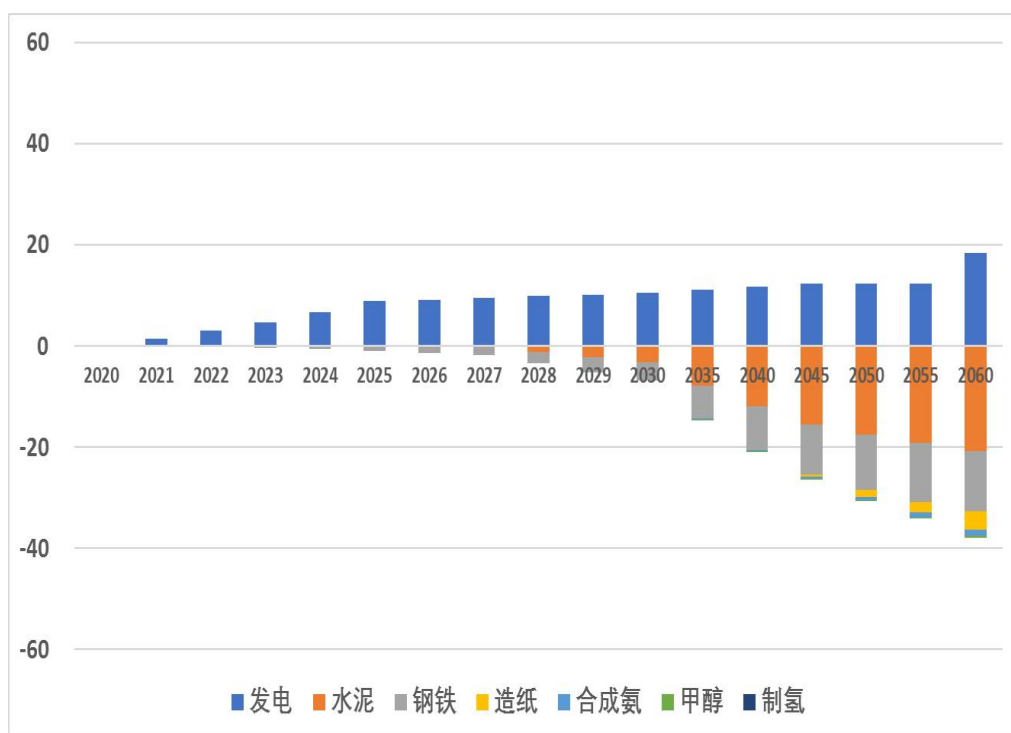


图 14 基准情景下各行业的减煤成本

（单位：亿元，负值为存在减煤收益）

从碳达峰情景看，总体情况与基准情景相近，但相关减煤成本的数值都被明显拉大。即使考虑了外部效应，由于煤改气规模的明显扩大，发电行业的减煤成本在 2030 年、2060 年也将分别达到 30.39 亿元、42.40 亿元。而水泥、钢铁行业的产能压减规模更大，导致减煤收益在 2030 年预计分别达到 23.81 亿元、9.53 亿元，并进一步在 2060 年扩大为 33.60 亿元、11.95 亿元。而由于天然气替代煤炭的规模扩大、进程更早，造纸、合成氨、甲醇、制氢行业的减煤收益也有明显提升，2060 年合计将达 11.06 亿元。

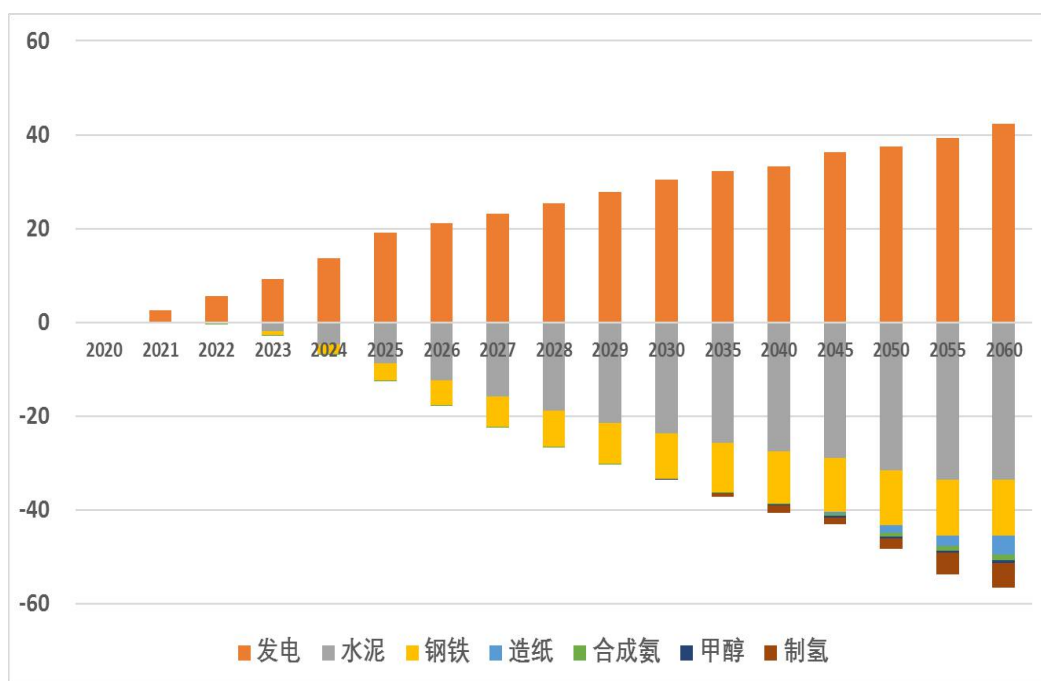


图 15 碳达峰情景下各行业的减煤成本

（单位：亿元，负值为存在减煤收益）

比较两个情景，除发电外，其他行业碳达峰情景下的减煤收益均更高，应优先选择碳达峰情景。对于发电行业来讲，关键的问题是天然气价格相对于煤炭价格的偏高。以基准情景 2060 年为例，总减煤成本为增加 18.38 亿元，其中原料购入成本即增加 44.65 亿元，其他的成本是大幅下降的。若天然气相对煤炭的价格可有效降低，则碳达峰情景是更为可取的政策选择。

2、减煤对财政、就业等的影响分析

水泥、钢铁行业产能退出的对**就业、财政**的影响差异明显。浙江钢铁行业的从业人数较少，按从业人数从多到少排列，为 33 个制造业行业的第 26 位，其中绝大多数在钢压延加工业，产能退出将带来的就业影响较为有限。而在非金属

制品业从业的人数较多，按从业人数从多到少排列，为 33 个制造业行业的第 12 位，其中大部分是水泥生产企业，根据对行业从业人员、熟料产量削减比例等因素预测，到 2030 年的累计就业受影响人数约万余人左右。企业利润和上缴税收和营业收入直接相关，钢铁是资本密集型行业，浙江水泥、钢铁行业的营业收入都具有相当规模，按营业收入从多到少排列，分别为 33 个制造业行业的第 10、14 位，根据对税负比例、产能削减规模占比等因素的分析预测，预计将影响税收收入分别减少约二十余亿元、二十五亿元左右，将一定程度上影响当地的财政收入水平³。

发电、造纸、合成氨、甲醇、制氢行业煤改气带来的财政、就业影响相对较为有限。由于只影响特定的生产环节，对于营业收入的影响已体现在消费成本的分析中，和整个行业的营业收入相比，消费成本变动的占比都非常小，发电行业不足 0.5%，造纸行业不足 0.7%，化工行业不足 0.1%。同样，由于只影响特定生产环节，对就业的影响也是部分性的，和整个行业的从业人数相比，通过企业或行业内部调整岗位即可消除绝大部分就业的不利影响。

表 3 减煤成本比较分析汇总表

减煤方式	行业	减煤成本	对财政、税收的影响	成本优化与分摊举措
产能退出	水泥	2030 年， -23.81 亿元； 2060 年， -33.60 亿元	2030 年，影响税收约二十五亿元左右，影响就业约万余人左右	企业：重点先行淘汰生产规模下、能效水平低、单位产品碳排放高的生产

³ 由于企业生产运营的多地化布局安排，这些税收及其减少量不一定都发生在煤炭消费的当地。

减煤方式	行业	减煤成本	对财政、税收的影响	成本优化与分摊举措
	钢铁	2030 年，-9.53 亿元； 2060 年， -11.95 亿元	2030 年，影响税收约二十余亿元左右，就业影响有限	线；强化低碳运营
能源替代	发电	2030 年， 30.39 亿元； 2060 年， 42.40 亿元	税收影响较小，不超过 0.5%，就业影响小	企业： 强化低碳运营；做好末端治理；强化低碳运营 政府： 引导低碳零碳能源价格下降；加快开展碳排放权、用能权、排污权交易；实施更具绿色低碳发展导向的财政税收制度
	造纸	2060 年合计， -11.06 亿元	税收影响较小，不超过 0.7%，就业影响小	
	合成氨 甲醇		税收影响较小，不超过 0.1%，就业影响小	
	制氢			

注：（1）对于通过产能退出的减煤，对税收的影响主要通过行业税负比例估计，以及考虑产能退出比例等因素预测；对就业的影响主要通过行业从业人员估计，以及考虑产能退出比例等因素预测；这些预测无法排除企业多地化布局安排变动的不确定性影响。（2）对于通过能源替代的减煤，对税收的影响主要通过煤炭消费成本变动预测、行业税负比例估计，以及考虑产能退出比例等因素预测；对就业的影响主要基于企业调研数据，以及行业从业人员估计等因素预测；这些预测无法排除企业多地化布局安排变动的不确定性影响。

3、煤炭价格大幅上升的补充分析

因自本研究开展以来，全国煤炭价格迎来快速上涨周期，2021 年 10 月 15 日秦皇岛港平仓价，山西（Q5500）已高达 2270 元/吨，和前期研究采用的 650 元/吨产生较大差异，故作补充分析。

因煤炭价格高企，所有行业减煤都存在负数的减煤总成本，即减煤本身可带来收益而不是损失。在基准情景下，从

2021 年或开始绝对减煤年份计算，当年即可有 19.05 亿元减煤收益，2030 年扩大为 150.78 亿元，2060 年将突破 800 亿元。分行业看，2045 年前减煤收益主要来自于发电行业，2040 年占比超过 85%；2050 年起即主要来自于造纸行业，2060 年占比超过 60%。其次，主要为水泥、合成氨行业，2060 年减煤收益均大于 20 亿元，钢铁、甲醇行业在 10 亿元左右。

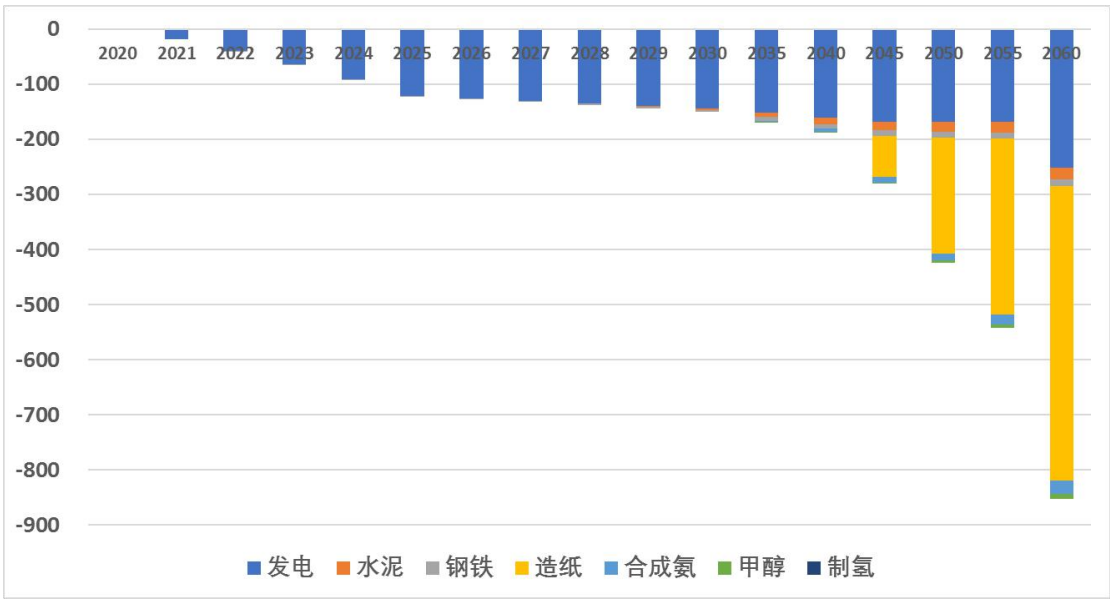


图 16 基准情景下各行业的减煤成本（补充分析）

（单位：亿元，负值为存在减煤收益）

从碳达峰情景看，总体情况与基准情景相近，但相关减煤成本的数值都被明显拉大。从 2021 年或开始绝对减煤年份计算，当年即可有 34.10 亿元减煤收益，2030 年扩大为 452.17 亿元，2060 年将突破 1350 亿元。分行业看，2045 年前减煤收益主要来自于发电行业，2040 年占比近 85%；2050 年起即主要来自于造纸行业，2060 年占比超过 40%。其次，主要为煤制氢行业，减煤收益超过 110 亿元，水泥、合成氨

行业，2060 年减煤收益在 30 亿元，钢铁、甲醇行业在 10 亿元左右。

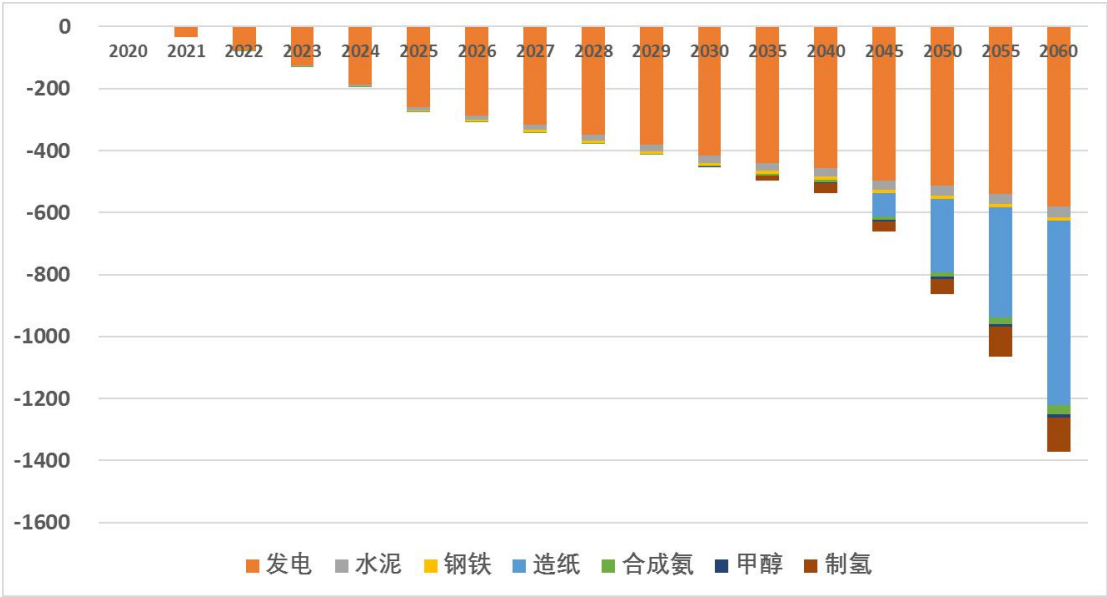


图 17 碳达峰情景下各行业的减煤成本（补充分析）

（单位：亿元，负值为存在减煤收益）

比较两个情景，不论何种行业，均为碳达峰情景的减煤收益更高，应优先选择碳达峰情景。和基准情景相比，碳达峰情景的减煤收益 2021 年多出 15 亿元，2030 年多出 300 亿元，2060 年多出 520 亿元。由此可见，在煤炭相对天然气价格越加攀升的时候，碳达峰情景越是更为可取。

减煤对财政、就业等的影响分析同前述章节。

（五）减煤路径及技术

浙江省煤炭消费呈现消费集中度高、需求偏刚性的特点，煤炭消费减量替代具有一定的压力。但在碳达峰碳中和背景下，煤炭消费减量是实现 2030 年达峰的重要举措，也是进

一步实现碳中和的重要基础。

2030 年前，在经济较快发展和碳达峰任务的双重约束下，煤炭消费将随产业结构调整、能源供应结构优化逐渐得到控制。重点通过压减钢铁、水泥、化工等高碳行业的发展，优化产业结构，推动经济发展与煤炭消费逐渐脱钩。同时，采用工艺提升、技术进步等手段促进用煤效率的提升，降低煤炭消费量。

2030 年后，在“碳中和”长期愿景的影响下，煤炭消费将实现由“**控**”到“**减**”的转变。一方面，继续推进产业结构的优化，不断压减或转移钢铁、水泥产能，按照“改造一批、淘汰一批”的思路，强化对“高碳低效”行业的管控力度；另一方面，在技术变革的助推下，大力推进煤炭替代，不断优化发电结构，采用核电、太阳能、风能等清洁能源替代传统煤电，对水泥、钢铁、化工等行业推进能源替代，持续降低煤炭消费量。

煤炭消费减量主要依赖于重点用煤行业的转型，具体政策措施如表 4 所示。

表 4 重点行业减煤情况及政策措施

序号	重点行业	政策措施
1	发电行业：浙江省“十四五”时期严格控制煤电，新上机组不超过 200 万千瓦，“十五五”及之后，不再新上煤电机组	1、加大对核电、光伏、风电等清洁能源的财税支持力度； 2、加大引进外来电； 3、淘汰落后煤电机组。

2	水泥行业：浙江省不再新增水泥熟料产能，“十四五”时期逐步淘汰 2500 吨/天及以下生产线，并按照全省碳达峰要求，逐步压减熟料产能，预计到 2025 年，全省熟料产量较 2020 年下降约 20%。	1、采用阶梯电价等价格政策压减熟料产能； 2、加大对装配式建筑的财税支持和宣传力度； 3、加大对新技术投入力度，增加对污染物的协同处置。
3	钢铁行业：浙江省不再新增钢铁产能，并逐步将粗钢产能转移至省外或国外，并按照碳达峰要求，逐步压减粗钢产能。预计到 2025 年，粗钢产量较 2020 年下降约 25%。	1、结合碳达峰任务，下达钢铁企业用能指标，以用能预算化管理等方式降低粗钢产能； 2、引导省内钢铁企业将粗钢工序转移至省外或国外； 3、加大科技投入，探索采用氢能炼钢； 4、采用阶梯电价等价格政策倒逼和引导钢铁企业转型。
4	化工行业：逐渐减少甲醇、合成氨等化工产品产能，预计到 2025 年，甲醇、合成氨产量较 2020 年下降约 10%；煤制氢产能随着舟山绿色石化的逐步投产增加，持续推进天然气制氢工艺替代，减少化工行业用煤。	1、以差别化价格政策压减甲醇、合成氨产能； 2、加大科技投入，对煤制氢工艺推进新技术替代； 3、采用绿色金融、财税等相关金融支持政策，推动传统化工行业转型； 4、从项目审批落地环节，强化对用煤化工项目的管控。
5	供热：随着浙江省小锅炉淘汰工作的推进，集中供热需	1、加大能源替代力度，探索核电供热等新型供热方式；

	求较大，预计“十四五”时期全省供热用煤将维持在高位，2030 年预计供热用煤较 2020 年下降 5%，之后随着供热方式的多样化，供热用煤持续下降。	2、采用财政补贴等方式推广生物质供热等方式； 3、合理布局规划供热管网，提高供热效率。
--	--	--

结合以上政策措施的分析，浙江省减煤路径具体内容分析如下：

1、优化电力供应结构

（1）加快推进核电项目建设

按照国家建设沿海核电基地的总体部署，夯实核电作为浙江省中长期主力电源的战略地位。在确保安全的前提下，采用先进成熟技术路线，按照连续建设的要求，逐年安排项目。2030 年，浙江省核电装机超过 2000 万千瓦。

（2）大力发展风光可再生能源

大力发展可再生能源，实施“风光倍增”计划，到 2030 年，浙江省可再生电力装机占比提高到 45%左右。利用浙江省海上风力资源，推动深远海海上风电规模化开发。光伏发电以整县推进规模化开发为重点，在全省在特色小镇、工业园区和经济技术开发区以及商场、学校、医院等建筑屋顶继续推进分布式光伏应用。重点利用滩涂和养殖鱼塘等，建设渔光互补光伏电站，利用园地、林地、设施农业用地，标准化建设农光互补电站。

(3) 发展清洁火电

优化提升煤炭品质，增加对煤炭的预处理，进一步提升发电效率。稳定提高气电发电规模，充分保障天然气发电用气，逐步提高气电机组发电利用小时数，增加气电发电量。同时，加快淘汰煤电落后产能，推进 30 万千瓦级煤电机组实行等容量替代后转为应急备用电源机制。鼓励推进次高温次高压热电联产机组升级改造，有序淘汰在运次高温次高压热电联产机组，转为天然气热电联产，研究探索其他新型供热方式。

2、加大能源替代

(1) 推进清洁能源替代

推动煤炭等化石能源清洁高效利用与多元替代，引导企业实施煤改电、煤改气，提升工业终端用能电气化水平，压减规上工业用煤。鼓励工厂、园区发展屋顶光伏、多元储能、高效热泵、余热余压利用等，推进多能高效互补，鼓励发展多种供热方式，减少供热用煤需求。

(2) 创新煤炭替代工艺

针对水泥熟料、粗钢、煤制氢等产品生产工艺，探索开展煤炭替代工艺，探索氢能冶炼、天然气制氢等新工艺推广，减少产业用煤。对水泥熟料工艺，开展水泥窑协同处置垃圾，减少单位熟料生产用煤量。

3、新技术应用和节能技术改造

(1) 推动节能减煤技术攻关

以新能源、氢能、高效储能、碳补集封存利用等领域为重点，集中资源攻关关键核心技术，形成一批科技成果。以浙江省煤炭消耗大户（如电厂、水泥企业、钢铁企业）为试点示范，开展新技术推广应用，全面提升煤炭利用效率。

（2）加大传统产业改造提升力度

深化“亩均论英雄”改革，将碳排放强度指标纳入亩均效益综合评价，完善数据归集共享机制，强化评价结果在传统产业升级提升领域的应用。严格按照《浙江省产业结构调整能效指南》落实限额标准，对水泥、钢铁、化工等用煤行业加强重点监管，对超出能耗限额标准的实施惩罚性措施，倒逼企业转型或退出。

4、推动传统产业产能转移

（1）钢铁行业

严格执行产能置换政策，压减低效产能，有效减少单位粗钢用煤量。不断降低高炉燃料比，提高转炉废钢比。鼓励省内钢铁企业将粗钢生产线转移至省外或国外，省内主要生产高附加值金属制品。

（2）建材行业

严格执行水泥熟料项目减量置换政策，逐步淘汰 2500 吨/日及以下规模的水泥熟料生产线，并严禁省外水泥熟料产能指标转移到浙江省。在后亚运时期，大力压减水泥熟料产能，将水泥熟料产能指标转移至省外。同时，大力发展装配式建筑，减少本地熟料需求。

（3）化工（含石化）行业

全面开展对舟山绿色石化基地的能效诊断，引导企业转变用能方式，鼓励利用天然气、电力代替煤炭作为燃料。鼓励使用低碳排放原料替代煤炭等高碳排放的原料，推进石化行业技术变革。严格限制化工行业煤炭消费，推动企业实施煤改电、煤改气，提升行业重点用能电气化水平，推进能源梯级利用、物料循环使用，提升能源利用效率。

5、减煤技术路径

针对“十四五”及中长期减煤，结合当前技术发展趋势，对适用的技术及替代方案进行梳理，具体如下表 5 所示。

表 5 减煤技术

领域	能效提升技术（减煤技术）	替代方案
发电	煤质提升技术、新洗煤洁净化技术、提高机组容量、新燃烧技术、优化机组运行方式、热电煤气三联产技术、高效率脱硫技术、凝汽式汽轮机供热改造、空气预热器密封节能、变频调速节能技术等。	大力发展核电、光伏、风电等清洁能源； 增加一定比例的气电。
供热	梯级供热技术、抽凝改背压、环网供热技术、吸收式换热的余热回收技术、闪蒸汽回收技术、压力匹配器及余热回收利用、高低压变频调速技术等。	开展核电、光伏等清洁能源供热方式创新； 加强余热利用。
水泥	优化窑炉一次、二次、三次风的调节、垃圾等协同处置技术、余热回收利用、选择高性能的耐火材料及隔热保温材料等。	提高熟料调入比例； 扩大装配式建筑应用， 减少水泥需求量。
钢铁	烧结余热回收发电技术、氢能冶炼	提高粗钢调入比例；

	技术（氢气代替煤炭作为还原剂）、高炉粉煤喷射技术、氧气高炉、非高炉冶炼、配套量产的清洁制氢技术等。	氢气代替煤炭作为还原剂。
化工	天然气制氢技术、天然气制甲醇技术、焦炉煤气制甲醇技术、天然气制合成氨技术、多喷嘴对置式水煤浆气化技术、余热回收利用技术等。	优化工艺流程，采用天然气作为替代煤炭的技术方案； 减少化工原料后端产品（如服装类）需求，提高可再生原料的使用。

（六）减煤路线图

根据浙江省煤炭消费特征及情景分析结果，绘制浙江省“十四五”和中长期减煤路线图。路线图基于达峰场景的分析结果，以时间维度划分重要举措和路径，量化分析各行业的减煤量。

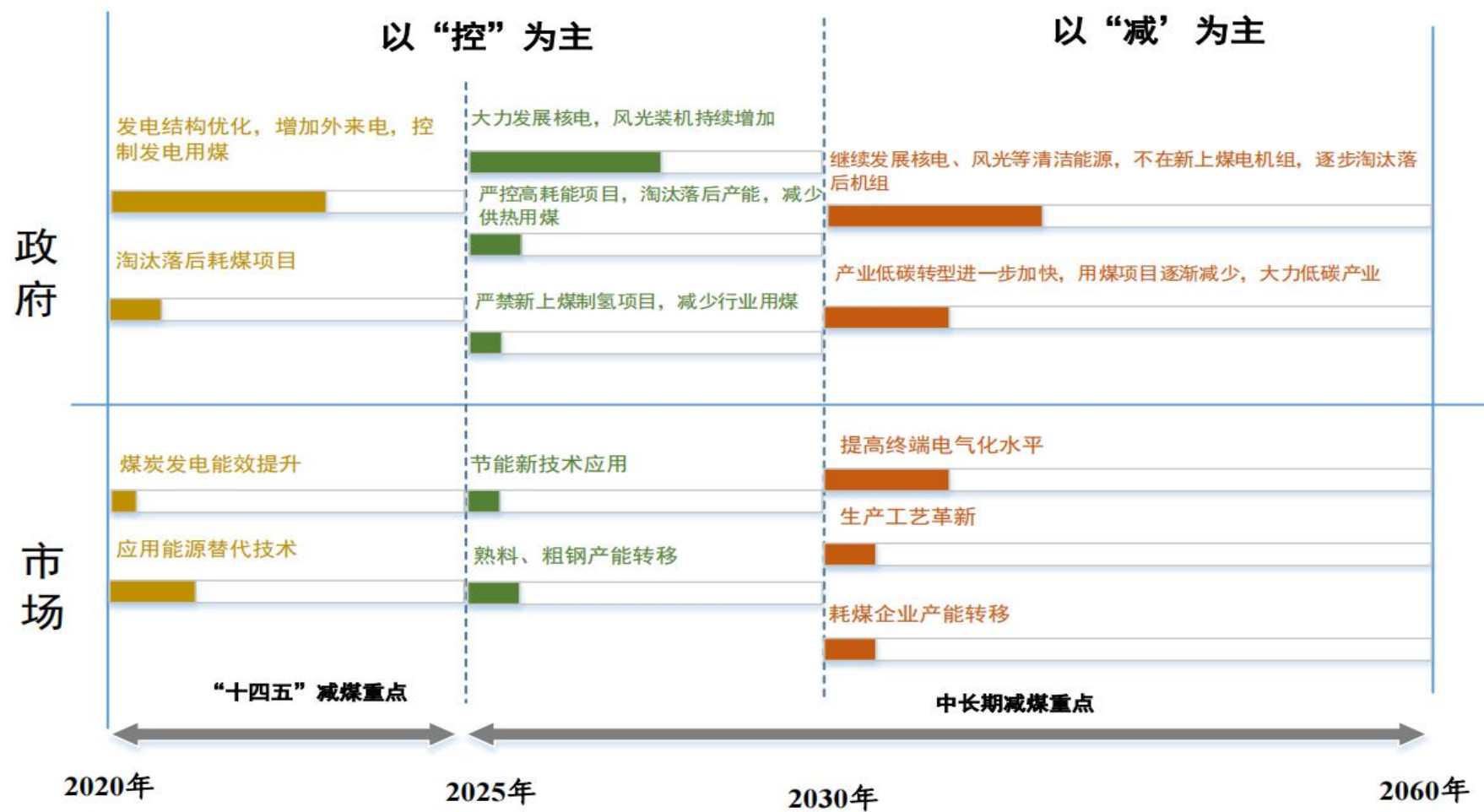


图 18 浙江省“十四五”和中长期减煤路线图

六、主要结论、成果运用和下一步展望

（一）主要结论

煤炭是浙江省支撑经济发展、保障能源安全的重要存在，同时也是碳排放、大气污染物排放的主要来源。在碳达峰碳中和战略倒逼下，由大气污染防治开启的减煤进程被进一步加速，能耗双控带来的压力更加凸显。如何平衡好经济发展、能源安全、碳排放、居民生活四个维度，科学、可行地设定浙江省“十四五”和中长期的减煤战略和路线图，成为一个关键问题。本研究在综述国内外减煤退煤政策、分析煤炭利用现状基础上，明确浙江省减煤总体思路，开展考虑减煤成本最优化的情景分析，提出减煤战略和路线图。研究的主要结论如下：

1.浙江省减煤工作面临新的形势。从利用现状看，全省煤炭消费呈现地域、行业双集中特征，超过 60%用于宁波、嘉兴、台州、温州 4 地市，发电供热用煤占比约为 80%，水泥、化工、石化、钢铁等行业也有一定占比，规下及散煤利用极少且持续减少。**从当前政策看**，以实施“四个一批”、保障“四类”用能、突出“四个重点”、强化“四项措施”为主的政策仍可一定程度满足减煤工作需要，但存在改进提升的地方。**从外部形势看**，碳达峰碳中和国家战略将加速煤炭消费减量替代进程，“重要窗口”建设将进一步凸显能源保障的重要性，煤炭仍是浙江省最大比例的能源消费品种，同时煤炭利用水平已较为先进，并且可再生能源替代也在稳步推进。**从内部可行性看**，全省煤炭清洁化利用技术已较为先进，但产业能

效技术创新仍具有较大潜力，数字化治理也可为减煤工作注入新的推动力，风光倍增工程将开启新的可再生能源大发展时期。

2.浙江省减煤思路需从“以控为主”逐步过渡至“以减为主”。基于现状和形势分析，提出浙江省“十四五”和中长期的减煤**总体思路**：“十四五”时期应坚持“以控为主”，着力推动煤炭的高效清洁利用，中长期应转变到以“减”为主，大幅削减煤炭消费量，煤炭逐步向补充能源转变。通过构建基于CGE经济能源环境模型，纳入考虑气候变化社会成本 and 环境污染成本的减煤成本分析，在更具政策可行性的碳达峰情景下，浙江省的煤炭消费已**达峰**，峰值在2018年。**具体路径**上，2030年前重点通过压减钢铁、水泥、化工等高碳行业的发展，同时采用工艺提升、技术进步等手段促进用煤效率的提升，降低煤炭消费量；2030年后一方面继续压减或转移钢铁、水泥产能，按照“改造一批、淘汰一批”的思路，强化“高碳低效”行业的管控力度；另一方面，在技术变革的助推下，大力推进煤炭替代，采用核电、太阳能、风能等清洁能源替代传统煤电，对水泥、钢铁、化工等行业推进非煤能源替代，持续降低煤炭消费量。

3.研究主要创新点。一是对浙江省煤炭消费状况及减煤政策的过去、现在和未来进行了全面分析，深入分析“十四五”和中长期减煤的形势、基础，提出总体思路。二是构建基于CGE经济能源环境模型，将考虑气候变化社会成本 and 环境污染成本的减煤成本纳入分析，并以成本最优化作为重要导向，

提出“十四五”和中长期减煤的主要路径，梳理了主要技术。
三是研究主要成果已融入《浙江省节能降耗和能源资源优化配置“十四五”规划》《浙江省应对气候变化“十四五”规划》等浙江省有关省级规划文本，初步实现成果的政策转化，为进一步落地实施奠定良好基础。

（二）政策建议

综合研究结论，提出政策建议如下：

1.探索完善煤炭消费总量控制机制。“十四五”时期，浙江省能源安全保障形势严峻，经济发展仍然是重要目标，建议在继续坚持“以控为主”前提下，升级煤炭消费总量控制机制为“煤炭消费总量弹性控制机制”，不设明确总量目标，但仍需对总量进行持续控制。建议进一步深化煤炭消费总量考核机制，从过去的地区考核为主转向行业、地区考核并重，推动制定分区域分行业煤炭消费减量替代工作方案，落实减煤责任。

2.将发电供热行业作为减煤的重中之重。浙江省 80%的煤炭用于发电供热，随着电气化进程的深入，这部分用煤的比例还可能进一步提高。建议，对于省统调电厂，由于已全部完成超低排放改造，要将重心放在提升供电标准煤耗上，进一步加强对标对表国际先进国内一流水平；对于地方热电厂，要在继续提升供电标准煤耗的基础上，进一步合理控制用煤规模，最大程度发挥出集中供热的效益。

3 绝对削减工业行业原料用煤。浙江省原料用煤消费主要集中在水泥、钢铁、石化、化工等 4 个行业，除国家布局

重大石化项目外，总体都已经达到发展的平台期。另一方面，这四个行业又都是典型的“高碳低效”行业，继续扩大规模不利于全省碳达峰碳中和工作推进。建议以控制行业发展规模为主，以能源结构非煤化调整为辅，推动实现全省工业行业原料用煤的绝对量削减。

4.加大力度推进天然气、可再生能源替代。在考虑整体减煤成本的前提下，水泥、钢铁行业直接压减产能和造纸、合成氨、甲醇、制氢行业煤改气均有正向效益，发电行业在煤炭天然气相对成本有效降低后也可取得正向效益。建议，将天然气替代作为主要路径，将可再生能源替代作为重要补充，持续推进煤改气工程，积极扩大天然气利用，全面实施风光倍增工程，加快构建以新能源为主体的新型电力系统。

（三）下一步展望

通过将成果运用于省级“十四五”的重要相关规划，本研究的阶段性目标已基本实现。下一步，主要考虑从三个方面继续推进政策举措的深入实施、有效落地。

1.深化政策落地。依托浙江省的发展改革部门、能源主管部门，以碳达峰碳中和新形势、减煤战略和路径等为重点，在全省碳达峰碳中和顶层设计、方案制定中进一步细化煤炭消费总量控制和减煤的相关内容，保障相关举措落实落地。

2.开展示范试点。以具有典型产业结构和用煤特征的区域为对象，密切沟通当地的发展改革部门、能源主管部门，以推进减煤战略实施为重点，进一步细化减煤路径，突出技术改造提升，开展能力建设，为全省工作推进打造样板。

3.成果推广宣传。持续加强和浙江省和地方的发展改革部门、能源主管部门、生态环境部门交流沟通，同时通过组织或参加相关研讨会等，对本研究主要成果及其实施成效进行交流提升，开展推广宣传。