

Provincial and Industry Analysis of the Impact of Epidemic Control Measures in COVID-19 on China's Carbon Emission Level

Keyi JU ^{1,a}, Wenhui LI ^{1,b}, Lei HE ^{1,c}, Qin YE ^{1,d}

¹School of Management and Economics, Jiangsu University of Science and Technology, Jingkou, Zhenjiang, Jiangsu, China

^ajky1983@163.com

^bliwenhuixn@163.com

^chl2417782966@163.com

^dyqkehan@163.com

ABSTRACT

COVID-19 (Covid-19), which was discovered in 2019 and spread to this day, has caused huge loss of life and property to all countries in the world, disrupting everyone's normal work and life. A series of blockade and control measures set by the Chinese government to fight the epidemic have cut off the transmission chain of the epidemic and reduced the operation of domestic industrial production, transportation and commercial activities, thus affecting the emission level of carbon dioxide. In order to evaluate the influence degree of various control measures on CO₂ emissions of all provinces and industries in China during COVID-19, this paper estimates CO₂ emission reductions of all industries in China from January 2020 to June 2021 by using GDP method. It is expected to provide strong policy basis and decision support for China's emission reduction policy in the post-epidemic era.

Keywords: Control measures; Dynamic clearing; Carbon emissions; COVID-19; Post-pandemic era

新冠疫情管控措施对中国碳排放水平影响的省域及行业分析

鞠可一 ^{1,a}, 李文慧 ^{1,b}, 何蕾 ^{1,c}, 叶钦 ^{1,d}

¹ 江苏科技大学经济管理学院, 京口, 镇江, 江苏, 中国

^ajky1983@163.com

^bliwenhuixn@163.com

^chl2417782966@163.com

^dyqkehan@163.com

摘要

2019 年被发现并蔓延至今的新冠肺炎 (COVID-19) 给世界各国造成了巨大的生命财产损失, 打乱了每一个人的正常工作和生活。中国政府为抗击疫情设置的一系列封锁和管控措施, 在截断了疫情传播链的同时也减少了国内工业生产、交通运输、商业活动等的运行, 从而影响了二氧化碳的排放水平。为评估 COVID-19 期间, 各项管控手段对全国各省份、各行业 CO₂ 排放的影响程度, 本文应用 GDP 法, 估算了 2020 年 1 月至 2021 年 6 月全国各行业 CO₂ 减排量。以期望为后疫情时代中国的减排政策提供有力的政策依据和决策支持。

关键词: 管控措施; 动态清零; 碳排放; COVID-19; 后疫情时代

1. 前言

截至 2022 年 3 月 3 日, 新冠肺炎 (COVID-19) 已经导致全球约 596.94 万人死亡, 确诊病例超过 4.39 亿。自 2020 年 3 月 11 日世卫组织宣布 COVID-19 为全球大流行以来, 许多学者与研究机构将研究的重点放到了 COVID-19 所带来的全球影响上, 其中, COVID-19 带来的环境影响及碳排放变化也成为了热点话题之一。

COVID-19 的爆发对全球经济和环境的影响是巨大的。Giammetti et al. (2020)^[1]和 Guan et al. (2020)^[2]发现 COVID-19 的大流行深刻影响了全球供应链和贸易流动, 显著减少了各地区的碳排放。Tollefson (2020)^[3]分析了几项关于新冠肺炎期间碳排放变化的研究, 研究结果表明, 与 2019 年同期相比, 全球 2020 年前四个月的碳排放预计将减少 10 亿吨以上。Naderipour et al. (2020)^[4]的研究显示 COVID-19 对环境存在潜在的积极影响, 碳排放和污染气体的减少使得更多的阳光照射到光伏板, 从而增加了可再生能源发电量的增加, 进而减少了碳排放规模。

疫情期间世界各国不同程度的封锁措施产生的影响范围及深度也有所不同。McMahon (2020)^[5], Wang and Su (2020)^[6]发现疫情期间经济活动和交通运输的减少直接导致了能源消费的变化, 在一定程度上缓解了中国环境污染状况。Han et al. (2020)^[7]利用中国国家和省的生产总值数据和中国排放账户和数据集清单进行研究, 结合人们工作方式和沟通方式的改变, 发现在家工作和召开电话会议成为疫情期间的常态, 这一行为减少交通排放。Quéré (2020)^[8]认为经济活动的萎缩伴随着化石燃料消费的减少和排放二氧化碳的工业过程的减少。Bertram (2021)^[9]认为 COVID-19 大流行严重影响全球能源系统。由于新冠病毒引起的经济衰退和由此导致的电力需求减少, 煤炭发电量下降最为强烈, 发电的碳强度降低, 全球电力部门的二氧化碳排放量大幅下降。Liu et al. (2020)^[10]研究发现 COVID-19 大流行引起的人类活动的减少和生活模式的变化可能将在长期内影响交通排放。Yu et al. (2020)^[11]发现由于疫情对人员流动的限制会产生一系列负面的连锁反应。

COVID-19 自爆发以来对全球各国的生产生活、经济社会发展均带来了前所未有的影响, 针对这一传播速度快、覆盖范围广、影响程度深的突发公共卫生安全事件, 全球各个国家和地区从交通运输、消费制造、对外贸易等诸多领域给出了应对措施, 并不断调整。针对这一重大安全问题, 各国学者展开了大量研究, 但针对“疫情管控是否影响碳排放?”、“影响程度如何?”、“是否存在区域差异?”、“管控手段逐步放开后哪些领域碳排放水平率先复苏?”、“如何应对?”等细节问题尚未给出定论。为了回应上述现实问题, 本文关注中国 CO₂ 排放量变化与疫情下不断调整的管控措施之间的联系。以数据可得性为原则, 采用 GDP 法计算中国 30 个省市自治区 2020 年 1 月

至 2021 年 6 月的省域 CO₂ 排放水平以及 47 个行业的月度二氧化碳排放的变化过程, 通过讨论不同管控措施下各行业的经济活动在 CO₂ 排放中发挥的作用, 为特殊时期下的减排政策提供有效的支持和依据。

2. 中国应对 COVID-19 采取管控措施的时序过程

2020 年 1 月 22 日, 中国武汉爆发大规模新冠疫情, 由于恰逢春节, 大规模的人口流动使得这一疫情广泛传播。鉴于新冠病毒极强的传染性和一定的致死率, 中国政府快速响应, 以武汉为起点, 2020 年 1 月 23 日开始实施史上最为严格的封城隔离措施。随后, 其他省份也纷纷实施省市间旅行禁令, 根据疫情严重程度设置三个级别的限制措施, 人们被要求居家隔离, 商场停业, 工厂停工, 学校停课……疫情几乎中断了所有的线下接触和交流, 伴随着疫情管控手段的调整, 中国的 CO₂ 排放水平将直接受到影响。科学测量省域及行业内部 CO₂ 排放水平的变化情况, 将有利于准确定位管控手段与 CO₂ 排放水平的关联关系, 明确省域异质性特征; 针对 CO₂ 排放水平的行业分析, 则有利于剖析后疫情时代快速反弹的行业, 明确减排的重点关注领域, 为“3060”战略目标顺利的实现提供决策依据。

3. 研究方法和数据来源

3.1 碳排放量测算

根据 Han et al. (2021)^[7]提出的方法, 考虑 Wang et al. (2019)^[12], Mohammad (2015)^[13]等人的研究, 人均二氧化碳排放量与人均 GDP 呈线性正相关关系, 因此在没有详细的能源活动数据的情况下, 可以利用 GDP 对碳排放变化进行估算, 同时假设各行业类别的排放因子在 2018~2020 年间保持不变, 通过使用 GDP 变化来估算二氧化碳排放量的变化情况, 公式如下:

$$E_{CO_2} = \sum(GDP_i \times EI_i) \quad (1)$$

其中, GDP_i 为 i 行业的国内生产总值, EI_i 为 i 行业的二氧化碳排放强度 (以 2018 年水平为基准), 则 CO₂ 的变化量计算公式可进行如下转换:

$$\begin{aligned} \Delta E_{CO_2} &= \sum(\Delta GDP_i \times EI_i) \\ &= \sum \text{Change rate of } GDP_i \times E_{CO_2} \quad (2) \end{aligned}$$

3.2 数据来源

本文利用行业季度 GDP 指数对 COVID-19 疫情影响的中国 33 个省份、自治区和直辖市的 47 个行业碳排放进行估算, 文中按行业分类的中国省级碳排放数据来自中碳核算数据库 (CEADs) 提供的 2018 年 30 个省份 47 个行业的排放清单, 以此作为计算 2019~2021Q2 年碳排放的基准数据。各省的分部门分

行业 GDP 数据资料来源于各省的统计局网站提供的数据库以及新闻稿。在使用 GDP 法计算 2020 年月度碳排放的过程中,为更精确地发现疫情对碳排放影响的变化趋势,使用 Eviews 二次插值法进行数据的频度转换,将低频(年度)数据转换为高频(月度)数据。

4. 疫情管控对我国碳排放影响的省域测算

4.1 省域碳排放量整体变化过程

依据公式(1)~(2),计算省域碳排放情况如图1所示。在首例 COVID-19 病例出现后,大部分省份在 2020 年 1 月 23 日启动了重大突发公共事件一级管控措施。公共场所、学校的关闭、生产部门限制以及流动人口急剧减少都对整个经济部门产生了广泛的影响。

根据计算,2020 年第一季度的碳排放量与 2019 年第一季度相比锐减了 189.69Mt,下降幅度为 7.02%。

从碳排放下降总量而言,排名前 5 的省份分别为:湖北(下降 27.61Mt)、江苏(14.32Mt)、浙江(下降 13.77Mt)、山东(下降 12.47Mt)、安徽(下降 9.83Mt)。从降幅来看,碳排放下降幅度较大的 5 省份分别为:湖北(降幅 31.35%)、黑龙江(降幅 13.01%)、浙江(降幅 12.87%)、广东(降幅 12.50%)、上海(降幅 12.17%)。自疫情爆发以来,各省每年第一季度都出现了碳排放的“波谷”,这或许与冬春交界时疫情反弹情形较为严重有关。处于中东部地区的河南、山东、江苏、浙江、安徽等省份的碳排放水平明显地呈现“先降后升”的趋势,且下降和上升的速度极快,这说明虽然疫情在短时间内抑制了这部分地区的碳排放水平,但随着管控力度的逐步放开,生产生活恢复速度较快。处于中西部地区的陕西,甘肃,新疆,青海,宁夏等省份由于感染人数较少,且 2020 年 2 月份后新增确诊人数已降为 0,其碳排放水平在研究期内并未出现显著变化。由于上述省份所处的中西部地区受到新冠疫情的影响相对有限,实施管控措施的天数较短,且其本身的碳排放体量较小,管控措施对其产业和碳排放的影响都相对较小。

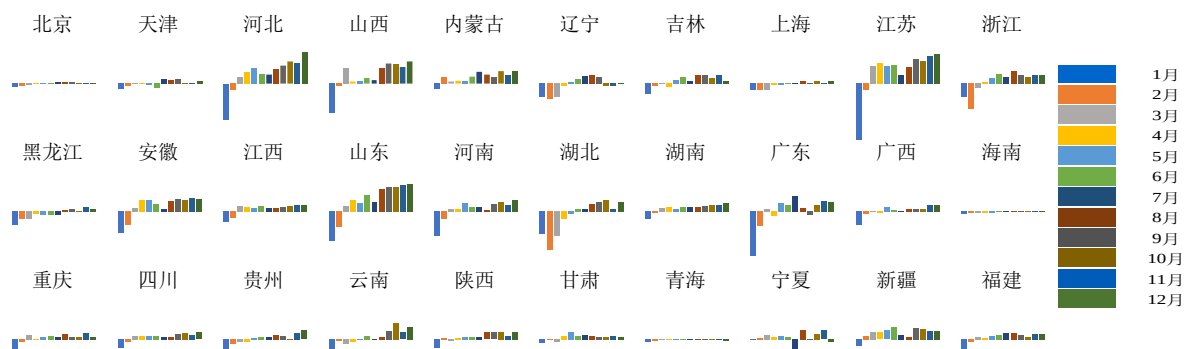


图 1 2020 年与 2019 年各省二氧化碳排放量的同比月度变化 (Mt)

2020 年下半年开始,全国绝大部分省份进入疫情常态化防控阶段,即没有病例的地区经济保持正常运行,有病例的地区按疫情严重程度划分高中低风险地区分别控制,全国的经济活动进一步回暖。由于这些风险地区的管控范围相对较小,局部地区的管控手段对省域范围生产生活总体影响进一步削弱,前期严格的管控下积压的消费需求逐步释放,对后续经济增长形成有力支撑。因此这期间经济复苏,碳排放量和增长率均超过了疫情前的水平。

4.2 省域碳排放季度变化过程

表 1 描述了 2020Q1~2021Q2 期间,各省份同比碳排放量的变化情况。由表 1 可知,2020Q1 全国绝大部分省份(新疆、内蒙古除外)碳排放量均呈现下

降趋势,其中尤以湖北省为最。从 2020 年第二季度开始,全国除湖北省的大部分省份开始复工复产。并且在 2020 年 4 月 30 日之后,全国大部分地区转为二级和三级管控阶段,经济复苏和人们日常生活需求逐渐旺盛,因此 2020Q2 期间,除湖北、天津、海南和黑龙江以外其它地区的碳排放总量均超过了 2019 年同期水平,且有持续增加的趋势。2020Q3~2021Q1 期间,碳排放量增长最为显著的省份为山东、江苏、安徽、广东、河北等,这些省份或者为沿海发达地区,或者是重工业大省,在经济生活恢复运行后,其资源的开采与消耗带来的碳排放量远超其他省份。由此可见,复工复产所造成的碳排放量的变化,在一定程度上与行业发展水平高度相关。为了理清管控措施对重点行业碳排放量的作用的差异性,下文将进一步测算疫情管控手段在不同行业产生的影响。

表 1 2020Q1-2021Q2 碳排放水平与上年同期对比结果

省份	2020Q1	2020Q2	2020Q3	2020Q4	2021Q1	2021Q2
北京	-1.70	0.23	1.64	0.67	3.23	1.08
天津	-2.75	-1.66	3.95	1.19	5.73	2.15
河北	-0.62	3.16	14.61	25.49	28.42	7.79
山西	-5.01	3.70	12.93	19.10	31.18	12.19
内蒙古	1.60	4.18	9.11	11.39	19.03	-2.35
辽宁	-3.62	3.29	9.76	11.12	12.24	14.26
吉林	-3.95	2.27	6.57	5.65	8.99	7.50
上海	-5.90	-0.66	0.63	1.68	8.63	6.83
江苏	-14.32	18.87	16.61	26.27	58.13	23.93
浙江	-13.77	5.66	9.18	8.35	26.67	10.85
黑龙江	-8.78	-1.34	2.84	3.08	7.68	6.71
安徽	-9.83	12.03	8.34	12.61	30.02	10.88
江西	-3.42	4.75	3.92	6.34	16.44	6.32
山东	-12.47	12.04	19.02	25.97	43.99	15.51
河南	-9.12	5.29	4.51	9.47	19.89	15.39
湖北	-27.61	-2.34	6.67	7.84	31.31	12.09
湖南	-1.35	3.82	4.96	7.10	11.28	6.30
广东	-4.56	4.36	5.63	8.78	39.46	21.56
广西	-4.56	1.82	1.75	4.92	12.24	7.43
海南	-1.33	-0.89	0.30	0.56	2.50	1.52
重庆	-2.80	1.97	3.39	4.23	11.42	5.11
四川	-2.36	3.56	4.05	6.04	12.34	10.98
贵州	-7.32	0.80	3.85	5.52	15.87	4.94
云南	-4.57	0.56	3.88	12.03	11.68	13.23
陕西	-2.45	2.26	5.36	6.40	16.52	5.17
甘肃	-1.64	4.78	3.55	3.00	5.99	3.73
青海	-0.97	0.50	0.39	-0.12	1.75	0.60
宁夏	-1.77	3.24	0.24	3.93	4.62	11.00
新疆	1.99	9.59	6.31	9.27	16.91	8.21
福建	-3.74	3.14	5.56	4.85	14.65	7.86

5. 疫情管控对我国碳排放影响的行业测算

本文对中国各个省份 47 个行业在 2020Q1~2021Q2 期间的碳排放水平进行了测算,并将其与上年同期的碳排放进行对比,由结果可知,2020Q1~2021Q2 期间,疫情管控措施对不同行业带来的影响各不相同,且当管控措施逐步调整后,不同行业碳排放水平的恢复时间和恢复强度也呈现出明显的差异。

在管控措施力度和范围最强的 2020Q1 时期,几乎所有行业的碳排放水平均较 2019 年同期均无上涨现象,而且对于“电力、热力、燃气及热水的生产与供应业”、“非金属矿物制品业”、“黑色金属冶炼及延压工业”、“交通运输、仓储和邮政业”等行业,其碳排放水平较 2019 年同期显著下降。这一结果与停工停产、居家办公、限制出行等政策密切相关。从行业所在省份特征来看,由于强效管控措施带来行业碳排放水平变化最大的省份分别是浙江、江苏、湖北、山西。浙江、江苏位于东南沿海发达地区,其诸多经济活动受疫情影响停摆,直接导致了碳排放水平的下跌;对于山西而言,作为重要的矿产资源输出地,其电热燃气生产与供应直接受到疫情管控的影响;而作为 2020Q1 期间疫情作为严重的地区,湖北省几乎所有

行业的碳排放水平均不同程度地受到了影响。

随着 2020Q2~Q3 时期国内疫情得到有效控制,全面复工复产也使得各行业的碳排放水平逐渐开始有了明显的波动。“电力、热力、燃气及热水的生产与供应业”、“黑色金属冶炼及延压工业”、“计算机、通信和其他电子设备制造业”等行业碳排放水平率先开始反弹,带动江苏、浙江、广东、山东、安徽、河北等省份碳排放水平也不同程度地出现上涨态势。

2020Q4~2021Q1 期间,随着管控力度和范围的进一步放开,更多行业的碳排放水平出现显著变化,其中尤以“电力、热力、燃气及热水的生产与供应业”、“黑色金属冶炼及延压工业”、“交通运输、仓储和邮政业”最为明显。

6. 结论

在全球陷入公共健康危机的当下,中国是全球唯一没有因为新冠疫情发生经济衰退的大国,可以预见的是,中国碳排放水平阶段性反弹无法避免,强劲反弹可能会很快抵消疫情带来的减排贡献。本文通过计算全国 30 个省、自治区和直辖市分产业的碳排放数据,从省域和行业两个角度为后疫情时代中国的减排政策提供新的思路。

工业部门是实施减排工作的重点,“电力、热力、燃气及热水的生产供应业”、“黑色金属冶炼及延压工业”都是其中的排放大户和绿色改革的关键,相关企业需要提高能源使用效率,避免高投入、高消耗、高排放的发展模式。在疫情期间,人们可能会取消一些不必要的出行,或者在旅行、通勤交通工具的选择上会减少使用公共交通工具,增加私家车的保有量。在后疫情时代,疫情防控等级降低,交通运输业的碳排放将随之出现反弹。降低交通领域碳的整体排放需要涉及交通行业的全产业链,如载运工具自身的能源经济性和能耗强度、运输能耗、能源供给等。以及天然气公交车、新能源汽车等广泛应用;促进互联网新技术与智慧交通领域相互融合,通过 AI、大数据、云计算等技术的综合应用,使资源利用更高效,这些手段将对后疫情期间交通运输领域碳排放水平的有效控制发挥重要作用。批发和零售业、住宿和餐饮业在疫情期间的活动受到严重打击,但是随着疫情的有效控制,其碳排放复苏和快速反弹也是必然的。有条件的区域可以优化自身的能源结构,提高能源利用效率,鼓励使用绿色工艺和绿色材料,制定低碳清洁能源计划,同时积极参与林业碳汇,通过植树造林,大规模地开展绿化活动也可以成为实现碳中和目标的途径之一。

一些经济发展水平高、资源禀赋优异的省份(如江苏、浙江、安徽、河北、山西等)在面对疫情管控时,其碳排放水平出现了“速降速升”的情形,且反弹形势严峻,这对实现“3060 战略”目标提出了新的课题。相关省份应进一步积极调整产业结构,将高耗能、高排放企业作为改革的重点,在企业内部设置低碳监管部门,专项拨款用于节能减排,改善工艺加快加强技术研发作为低碳生产的技术支撑,合理生产,避免产品积压和资源浪费。在能源结构上,要推进绿色能源的应用,提高光伏、风能等可再生能源在工业企业、园区应用比例,推进工业用能设备电气化;促进工业燃料低碳化,加快低碳氢、零碳氢对化石燃料的替代。

项目基金

本文为国家自然科学基金一般项目《能源要素价格扭曲:成因、测度及适度纠偏策略研究》(71874073)的阶段性成果之一。

REFERENCES

- [1] Giammetti R, Papi L, Teobaldelli D, et al. The Italian value chain in the pandemic: the input-output impact of Covid-19 lockdown[J]. *Journal of Industrial and Business Economics*, 2020, 47(3): 483-497.
- [2] Guan D, Wang D, Hallegatte S, et al. Global supply-chain effects of COVID-19 control measures[J]. *Nat Hum Behav*, 2020, 4(6): 577-587.
- [3] Tollefson J, How the coronavirus pandemic slashed carbon emissions—in five graphs, in *Nature*. 2020. p. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01497-0>.
- [4] Naderipour A, Abdul-Malek Z, Ahmad N A, et al. Effect of COVID-19 virus on reducing GHG emission and increasing energy generated by renewable energy sources: A brief study in Malaysian context[J]. *Environment Technology Innovation*, 2020: 101-151.
- [5] McMahon J. Study: Coronavirus Lockdown Likely Saved 77,000 Lives in China Just by Reducing Pollution. 2020-03- [cited; Available from: <https://www.forbes.com/sites/jeffmcmahon/2020/03/16/coronavirus-lockdown-may-have-saved-77000-lives-in-china-just-from-pollution-reduction/?sh=56e1e78934fe>.
- [6] Q W, Su. M. A preliminary assessment of the impact of COVID-19 on environment - A case study of China[J]. *Sci Total Environment*, 2020, 728: 138915.
- [7] Han P, Cai Q, Oda T, et al. Assessing the recent impact of COVID-19 on carbon emissions from China using domestic economic data[J]. *Sci Total Environment*, 2020, 750: 141688.
- [8] Le Quéré C, Jackson R B, Jones M W, et al. Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement[J]. *Nature Climate Change*, 2020, 10(7): 647-653.
- [9] Bertram C, Luderer G, Creutzig F, et al. COVID-19-induced low power demand and market forces starkly reduce CO₂ emissions[J]. *Nature Climate Change*, 2021, 11(3): 193-196.
- [10] Liu Z, Ciais P, Deng Z, et al. Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic[J]. *Nat Commun*, 2020, 11(1): 5172.
- [11] Yu K D S, Aviso K B. Modelling the Economic Impact and Ripple Effects of Disease Outbreaks[J]. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 2020, 4(2): 183-186.
- [12] Wang H, Lu X, Deng Y, et al. China's CO₂ peak before 2030 implied from characteristics and growth of cities[J]. *Nature Sustainability*, 2019, 2(8): 748-754.
- [13] Salahuddin M, Gow J, Ozturk I. Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust? [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, 51: 317-326.