

“一带一路” 低碳转型协同效益系列之

1. 空气质量和公众健康

本政策简报是“推进‘一带一路’绿色高质量发展与低碳转型的协同”系列政策简报的一部分。查看其他政策简报，请访问我们的网页。有关模型和情景的技术背景信息详见方法附录。

摘要

“一带一路”地区不仅面临着温室气体减排的挑战，同时也面临着空气污染及其引发的公共卫生问题。研究表明针对温室气体减排的措施也可能改善空气质量。¹ 为了评估低碳转型带来的空气质量和公众健康协同效益，我们评估了 1.5°C 情景下，“一带一路”地区低碳转型对空气质量和公众健康的影响。我们的研究发现：低碳转型将显著改善“一带一路”地区的空气质量，显著减少由于空气污染而造成的过早死亡情况。相比 2020 年，1.5°C 情景下 2050 年整个“一带一路”地区 PM2.5 和 O3 排放将分别减少约 35% 和 27%，PM2.5 浓度和 O3 浓度将分别下降约 36% 和 22%。相应的，1.5°C 情景下，2050 年由于空气污染造成的过早死亡人数将比 2020 年下降约 20%。与基准情景相比，1.5°C 情景下 2050 年“一带一路”地区由于空气污染造成的过早死亡人数将减少约 30%，约 950,000 人将因为空气质量的改善而免于过早死亡。我们建议：“一带一路”地区有机整合气候目标和空气质量目标，协同区域和部门层面低碳转型与空气污染物控制政策，并进一步加强国际合作。

1. 绝大部分“一带一路”国家面临着严重的空气污染问题

空气污染业已成为备受全球关注的环境问题，不同区域间有着较大差异。^{2,3} 然而，全球在改善空气质量方面进展较少，低收入和中等收入国家的空气污染程度仍处于危险水平。⁴ 2019 年全球 90% 以上的人口生活在 PM2.5 超标的环境中，其中亚洲、非洲和中东等地区的国家 PM2.5 污染暴露水平最高。全球 PM2.5 浓度和 O3 浓度排名前十的国家或地区均为“一带一路”签约国家或沿线国家（表 1），空气污染已经成为“一带一路”国家面临的最严峻的可持续发展挑战之一。

表 1: 2019 年全球人口平均加权 PM2.5 和 O3 浓度最高的前十国家⁴ 以及全球平均值和 WHO 推荐浓度值⁵

国家	PM2.5 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	国家	O3 浓度 (ppb)
印度	83.2	卡塔尔	67.2
尼泊尔	83.1	尼泊尔	67.0
尼日尔	80.1	印度	66.2
卡塔尔	76.0	孟加拉国	64.6
尼日利亚	70.4	巴林	64.0
埃及	67.9	巴基斯坦	63.3
毛里塔尼亚	66.8	科威特	62.1
喀麦隆	64.5	伊朗	59.5
孟加拉国	63.4	韩国	57.9
巴基斯坦	62.6	沙特阿拉伯	58.2
世界	42.6	世界	49.5
WHO	5.0	WHO	60.0

注: 除印度不是“一带一路”签约国家外, 其余国家均为签约国家。

空气污染对“一带一路”国家人民的健康构成严重威胁。全球疾病负担研究指出, 2019 年全球死于空气污染的人数高达 667 万人, 要高于肥胖症、高胆固醇和营养不良等慢性疾病诱发的死亡人数。⁴ 其他研究表明, 这一数字可能更高, 估计 2015 年有近 900 万人死于环境空气污染。⁶ 2019 年空气污染造成的总死亡人数和每十万人死亡人数排名前十的国家均为“一带一路”签约国家或沿线国家(表 2), 死亡人数总数约占全球总量的 68%, 且每十万人死亡人数要远高于全球的平均水平。⁴

表 2: 2019 年全球由于空气污染导致的总死亡人数和每十万人死亡人数排名前十的国家⁴

国家	死亡人数 (千人)	国家	每十万人死亡人数
中国	1850	中非共和国	287
印度	1670	索马里	280
巴基斯坦	236	巴布亚新几内亚	254
尼日利亚	198	几内亚比绍	244
印度尼西亚	186	阿富汗	238
埃及	91.7	乍得	225
俄罗斯	77.5	尼日尔	223
埃塞俄比亚	77	尼泊尔	222
缅甸	74.5	几内亚	220
越南	71.7	布隆迪	206

2. “一带一路”地区低碳转型的协同效益

公共健康方面的协同效益，将为政府在制定气候变化缓解策略时提供强有力的动力。了解低碳转型的协同效益，对空气污染水平高、同时面临脱碳压力的“一带一路”地区至关重要。研究表明，低碳转型将减少化石燃料使用，从而减少由化石能源燃烧造成的大气污染和过早死亡。与基准情景相比，2050年低碳转型情景下的空气污染浓度和相关的过早死亡人数有所降低，证明“一带一路”低碳转型可实现公众健康方面的协同效益。

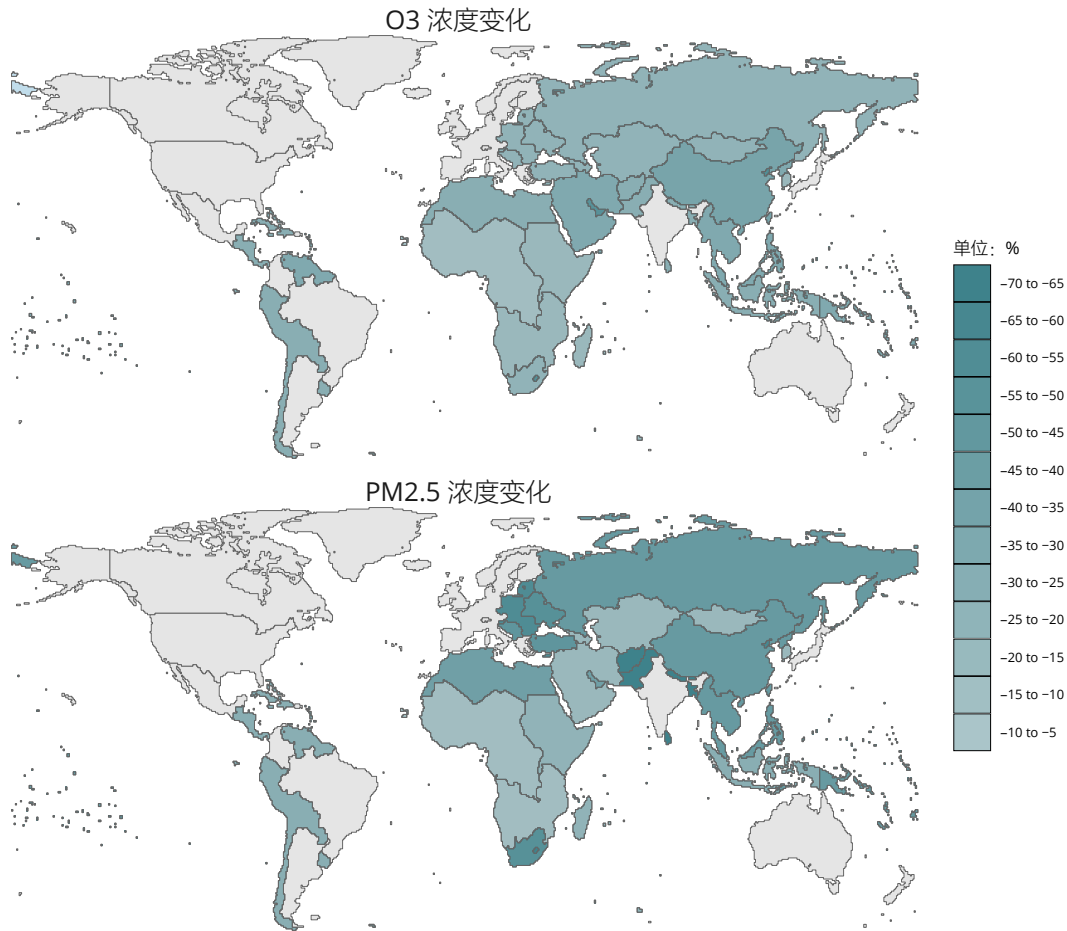
为了评估低碳转型路径下“一带一路”地区的空气污染控制和健康协同效益，我们分别开发了1.5°C情景和基准情景。1.5°C情景中，全球将在2050年实现CO₂净零排放；基准情景则反映了当前政策力度，且未来减排力度保持现有水平不变。我们综合采用全球变化评估模型（Global Change Analysis Model, GCAM），⁷以及化学传输模型（TM5-FASST）和空气质量模型 rfasst，⁸评估两种情景下低碳转型对空气质量和公众健康的影响。

2.1 低碳转型将显著改善“一带一路”地区的空气质量

2050年与2020年相比：1.5°C情景下，2050年“一带一路”地区整体空气质量将得到显著提升，主要空气污染物排放显著降低（见图1），但下降幅度取决于具体区域和空气污染物种类。相比2020年，1.5°C情景下2050年“一带一路”整体PM_{2.5}浓度下降了约36%。其中，巴基斯坦、阿富汗、尼泊尔和孟加拉PM_{2.5}浓度下降超60%；中国、东南亚、俄罗斯、南非和东欧地区下降了40%。相比2020年，2050年“一带一路”地区O₃浓度将整体下降约22%。其中，中国、中东、东南亚地区O₃浓度降幅达到28%。也有部分“一带一路”地区的空气质量改善程度有限（<10%），这表明，除了能源系统转型，这些地区还需要采用其他政策，如末端控制，以改善空气质量。

1.5°C情景与基准情景相比：相比基准情景，1.5°C情景下2050年整个“一带一路”地区的臭氧浓度平均降低27%，PM_{2.5}浓度平均降低35%，但不同地区的减排水平各不相同。一些地区的PM_{2.5}和O₃浓度降低超过50%，比如南非、东欧、南亚、巴基斯坦（PM_{2.5}）和北非（O₃）。相比基准情景，2050年1.5°C情景下并非所有地区的空气污染情况都得到了显著改善。

图 1: 1.5°C情景下“一带一路”地区 2050 年 O3 和 PM2.5 浓度相比 2020 年的下降率

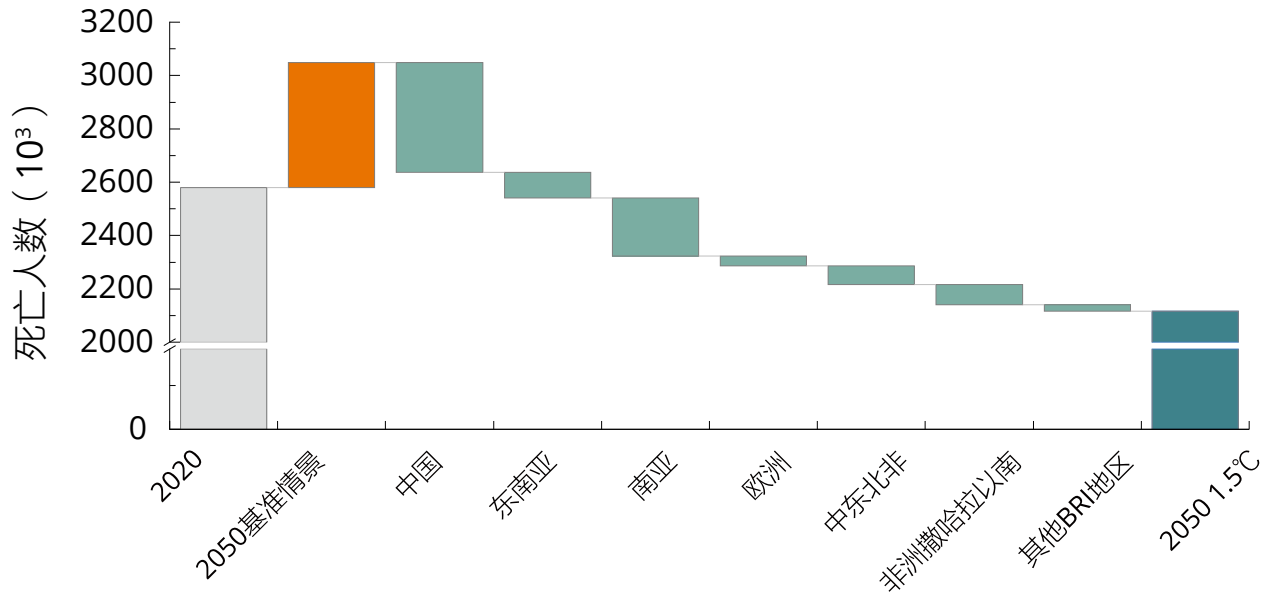


2.2 低碳转型将降低“一带一路”地区由空气污染诱发的过早死亡人数

如果不推动能源低碳转型，“一带一路”地区过早死亡情况将进一步恶化。与 2020 年相比，基准情景下 2050 年“一带一路”地区因空气污染导致的过早死亡人数将增加 18%，约 450000 人（图 2）。但地区间差异明显，部分地区的空气污染物排放水平和过早死亡数会呈现下降趋势，而另外一部分地区则会出现相反的情况。

低碳转型将减少“一带一路”地区由于空气污染带来的过早死亡（图 2）。1.5°C 情景下，2050 年过早死亡人数比 2020 年下降了约 20%。与基准情景相比，1.5°C 情景下 2050 年“一带一路”地区因空气污染导致的过早死亡人数将减少约 30%，约 950,000 人将因为空气质量的改善而免于过早死亡。其中，过早死亡人数减少最多的地区是中国和南亚。与基准情景相比，1.5°C 情景下，2050 年中国和南亚过早死亡人数分别减少了 29% 和 50%。

图 2: 相比基准情景, 1.5°C情景下 2050 年“一带一路”各地区过早死亡人数变化



3. 政策启示

低碳转型将改善“一带一路”地区的空气质量，降低过早死亡人数，帮助“一带一路”地区实现经济适用的清洁能源 (SDG7)、气候行动 (SDG 13) 和良好健康福祉 (SDG3) 等可持续发展目标。结合研究结果和“一带一路”地区发展现状，提出以下建议：

- “一带一路”国家需要有机整合气候目标和空气污染治理目标。我们的研究表明，空气污染控制和温室气体减排之间存在协同效应。气候缓解措施可以减少空气污染，反过来，改善空气质量的措施也有助于减少温室气体排放。⁹ 低碳转型和空气污染物控制的协同管理可以帮助“一带一路”国家实现减缓气候变化和改善空气质量的双重目标。例如，末端治理是短期内减少空气污染物排放的有效措施。然而，从长远来看，改善空气质量需要从源头减少空气污染物排放，¹⁰ 可以通过低碳转型减少化石燃料的使用来实现。
- “一带一路”国家需要制定因地制宜、反映部门特点的温室气体和空气污染物排放控制政策。空气污染既是全球性问题，也是区域性的问题，各国的排放源存在差异，需要额外的、更精细的空气污染物浓度分析，以更好地理解气候缓解与公众健康之间的关系。此外，不同“一带一路”国家空气污染排放的驱动因素存在差异，需要不同的减排策略。¹¹ 因地制宜制定温室气体和空气污染物排放控制政策，对于实现国家和区域气候和空气质量目标至关重要。与此同时，识别各部门以及部门间的脱碳和空气质量改善方法，有助于在资源有限约束下确定优先措施，并整合各部门的行动。
- “一带一路”国家需要加强低碳转型和空气污染协同治理的国际合作。搭建数据、信息共享渠道，加强在温室气体排放和空气质量数据核算、监测和共享等方面的合作。分享企业、行业和区域等不同维度的低碳转型和空气污染协同治理的最佳实践和先进经验，特别是火电有序退出或改造方案经验。“一带一路”倡议作为现有合作网络，为成员国之间加强协调和支持提供了机会。加强相关政府、科研机构、大学以及公众之间的合作交流与学习，提高“一带一路”低碳转型和空气污染协同治理水平。

参考文献：

1. Scovronick, N., Budolfson, M., Dennig, F., et al. The impact of human health co-benefits on evaluations of global climate policy[J]. *Nature Communications*, 2019, 10(1), 2095. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09499-x>
2. Fuller, R., Landrigan, P. J., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., ... & Yan, C. Pollution and health: a progress update[J]. *The Lancet Planetary Health*, 2022, 6(6), e535-e547. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0)
3. IQAir. Health Effects Institute. State of Global Air 2020[R]. Boston, MA:Health Effects Institute, 2020. [R], 2020. <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>
4. Health Effects Institute. State of Global Air 2020[R]. Boston, MA:Health Effects Institute, 2020.
5. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide[R]. World Health Organization, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
6. Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope III, C.A., Apte, J.S., Brauer, M., Cohen, A., Weichenthal, S. & Coggins, J.. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018, 115(38), pp.9592-9597.
7. Bond-Lamberty, B., Patel, P., Lurz, J., Smith, S., ... et al. JGCRI/gcam-core: GCAM 6.0 (gcam-v6.0)[R]. Zenodo, 2022 . <https://doi.org/10.5281/zenodo.6619287>
8. Van Dingenen, R., Dentener, F., Crippa, M., Leitao, J., Marmer, E., Rao, S., Solazzo, E., & Valentini, L. TM5-FASST: a global atmospheric source-receptor model for rapid impact analysis of emission changes on air quality and short-lived climate pollutants[J]. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2018, 18(21), 16173-16211. <https://doi.org/10.5194/acp-18-16173-2018>
9. IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change[M]. UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022. doi: 10.1017/9781009157926
10. Liu Y, Tong D, Cheng J, et al. Role of climate goals and clean-air policies on reducing future air pollution deaths in China: a modeling study[J]. *The Lancet Planetary Health*, 2022, 6(2): 92-99.
11. Wei, G., Zhang, X., Ouyang, X., Shen, Y., Jiang, S., Liu, B., & He, B.. Delineating the spatial-temporal variation of air pollution with urbanization in the Belt and Road Initiative area[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2021, 91, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106646>

建议引用： J. Behrendt, K. Zhu, R. Cui, B. Gu, J. Lou, A. Zhao, J. Sampedro, X. Tan, Y. Sheng, L. Kong, Y. Wang, N. Hultman (April 2023). “Air quality and public health: a series of policy briefs on a high-quality, sustainable low-carbon transition in the BRI countries” . Center for Global Sustainability, College Park; Chinese Academy of Sciences, Beijing.