

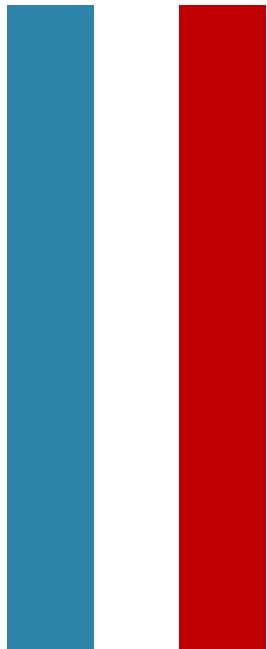


Emissions and health impacts from global shipping embodied in US–China bilateral trade

中美双边贸易中的航运排放和健康影响

Huan Liu^{1,2*}, Zhi-Hang Meng^{1,2}

汇报人：谢温馨

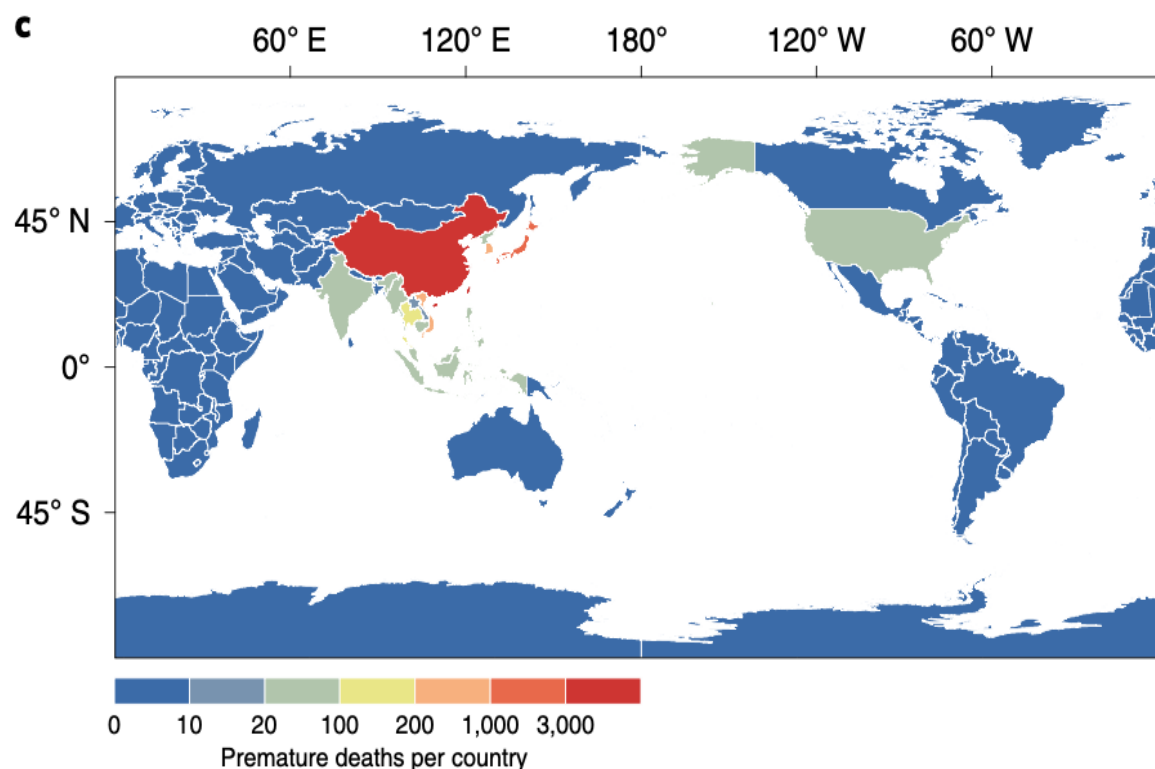


1 研究背景：全球贸易VS环境气候

- **航运排放：**作为一种低成本、大批量的运输方式，全球航运活动每年排放9.38亿吨二氧化碳，如果不加监管，2050年全球航运将占全球温室气体排放的17%；
- **责任分配：**尽管全球航运对气候和健康的影响已经有了很好的研究，但分配减缓气候变化的责任仍是一个挑战；
- **定量分析：**因此应定量分析全球经济、航运和生态之间的相互作用，将航运影响分配到双边贸易负责方和各类商品；



如何在保证全球贸易的同时减缓气候变化，保证人类健康



由于中美贸易航运排放造成的过早死亡

2 研究内容

Global shipping activity emits 938 million tonnes of carbon dioxide annually, surpassing the eighth highest emitting country. Although the impacts from the shipping industry have been investigated over the past three decades, allocating responsibilities remains a difficult issue. Numerous parties should share the responsibility and quantitative analysis is therefore required when considering the interaction between the global economy, shipping and ecological connectivity. Here, beginning with our shipping emission inventory model based on satellite-observed vessel activities, we evaluated trade-embodied shipping emissions and their impacts on human health. Combined with international trade databases, we traced shipping impacts back to responsible bilateral trade and proposed an integrated trade-shipping-air quality-health impact nexus. Quantitative analysis shows that the US-China bilateral trade is responsible for 2.5% of the global shipping carbon dioxide emissions and 4.8% of ship-related global premature deaths caused by air pollution. Our research provides the methodology to allocate intercontinental responsibilities to trade pairs and ships.

1 建立2016年中美贸易相关航运排放的排放清单

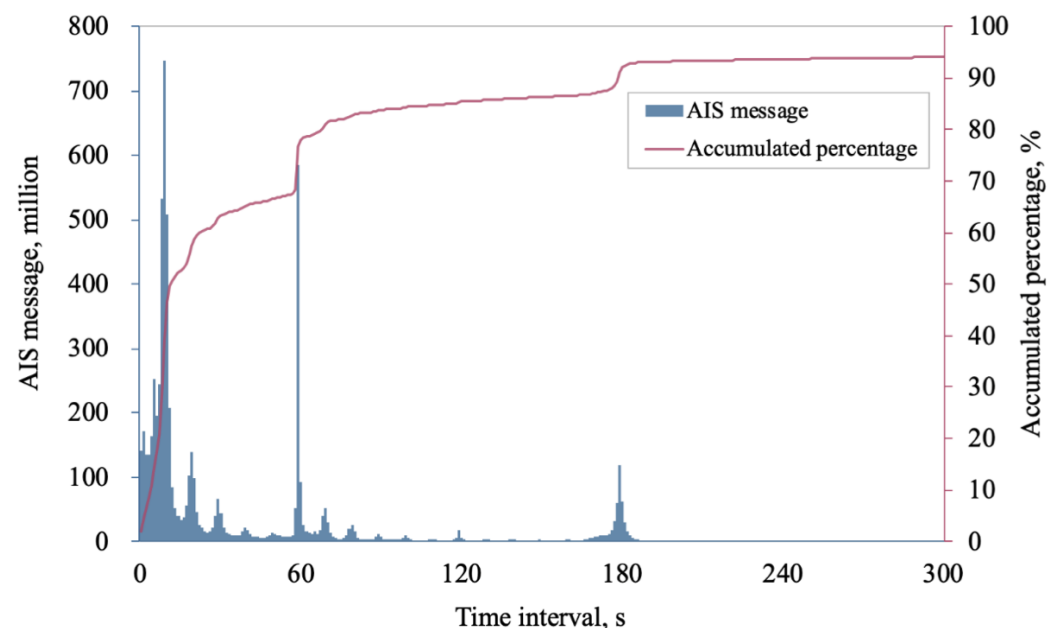
2 利用GEOS-Chem化学传输模型估算中美贸易航运排放对全球空气质量的影响

3 建立了综合贸易-航运-空气质量-健康影响关系，量化分析CO₂排放和空气污染物对人类健康的影响，将航运影响分配给双边贸易责任方和各类商品

3 研究数据：数据来源

贸易数据库：

- 从《2016年中国海关统计年鉴》中获得了2016年中美双边贸易数据，包含12346个商品子类别的价值和重量信息；
- 根据美国人口普查局的数据，只有0.3%（美国-中国）和1.8%（中国-美国）重量商品通过航空运输，这里假设中美间所有商品均通过海运运输；



船舶数据库：

- STSD提供每艘船的详细规格信息，包括船舶类型、DWT载重吨、最大连续功率等；
- 船舶类型用于链接货物类型，DWT用于通过船舶总数和贸易商品总数来检查总货物重量；

AIS数据：

- AIS数据具有足够的覆盖范围和频率来准确描述航程和识别贸易运输船只；

4 研究方法：中美贸易相关船舶识别方法

直接往返于美国和中国之间的直达行程被定义为船只停靠。

从中国到美国的船只停靠的识别标准如下：

- 出发点和到达点分别在中国研究领域和美国研究领域；
- 离开后的船只在抵达美国研究领域之前没有驶回中国研究领域；
- 船只离开时在最后一个AIS消息中处于锚定（航行速度小于一节），而在当前AIS消息中不锚定。船舶到达的定义类似于船舶离开（在最后一條AIS消息中未锚定，在当前AIS消息中锚定）。

Supplementary Table 2 | Vessel call identification results

Trip	Vessel category	Vessel amount	Vessel calls	Total DWT/ton
China to US	Auto Carrier	17	20	279355
	Bulk Carrier	693	828	57680847
	Container Ship	398	1326	114728922
	General Cargo Ship	115	168	6153310
	Miscellaneous	9	11	323614
	Oceangoing	1	2	976
	Tug/Tow			
	Refrigerated Ship	1	1	5360
	Chemical Tanker	36	41	1645797
US to China	Oil Tanker	38	44	3859791
	Auto Carrier	46	53	884029
	Bulk Carrier	608	721	49766364
	Container Ship	373	1041	94062480
	General Cargo Ship	92	138	4630056
	Miscellaneous	10	11	358930
	Oceangoing	1	1	488
	Tug/Tow			
	Chemical Tanker	27	38	1439444
	Oil Tanker	30	38	2643275

4 研究方法：运输船舶与商品链接方法

利用国际海运公会中不同船舶类型所载商品类别的总清单，通过将船舶DWT和商品重量相匹配建立贸易和船舶之间的联系（决定船只数量的是货物重量，而不是货物价值）；

- 汽车运输船、冷藏船（主要用于运输易腐商品）、化学品运输船和油轮所载的商品类型相对清晰；
- 对于散货船和集装箱船来说商品匹配是困难的，从海洋物流信息平台网站上收集了超过10000条关于散货船所载商品类型的真实物流信息(<http://company.shipping.jctrans.com/AskOfferList>)对散货船运输的商品进行汇总。

Supplementary Table 5 | Matched commodities with vessel types.

No.	Vessel type	Commodity description			
1	Auto Carrier	Vehicles, associated transport equipment, parts and accessories thereof	6	Miscellaneous	No commodities
2	Bulk Carrier	Raw materials and primary products without packing, including coal, coke, pitch, cereal, mineral, sand, cement, plaster, timber, base metal and product thereof, fertilizer, plastic, large machinery and appliances, waste, etc.	7	Oceangoing Tug/Tow	No commodities
3	Container Ship	Almost all commodity types, except large machinery and appliances larger than the container size,	8	RORO	Similar to container ships
4	Cruise Ship	No commodities	9	Refrigerated Ship	Perishable items that need refrigeration such as seafood, meat, entrails, fresh flowers, etc.
5	General Cargo Ship	Mainly carried commodities with packing, also large machinery and appliances	10	Chemical Tanker	Liquid chemical products
			11	Oil Tanker	Petroleum and fuel products, liquefied petroleum gas, liquefied natural gas

4 研究方法：运输船舶与商品链接方法

利用国际海运公会中不同船舶类型所载商品类别的总清单，通过将船舶DWT和商品重量相匹配建立贸易和船舶之间的联系（决定船只数量的是货物重量，而不是货物价值）；

□ 假设通过加权整个贸易船队的总载重量吨，在每个船型中分配商品量：

$$W_{i,jt} = W_i \times \frac{DWT_{jt}}{DWT_{j1} + DWT_{j2} + \dots + DWT_{jn}} \quad (1 \leq t \leq n, n > 1)$$

where $W_{i,jt}$ represents the commodity weight i carried by vessel category j_t ; W_i represents the total weight of commodity i ; DWT_{j1} , DWT_{j2} , \dots DWT_{jn} represent the total DWT of the identified vessel fleets in vessel categories j_1, j_2, \dots, j_n , respectively.

4 研究方法

● 船舶排放:

- 利用国际海事组织第三次GHG研究中使用的自下而上的SEIM模型计算船舶的排放量，并细分为j类船舶运载的商品i的排放量：

$$E_{i,j} = E_j \times \frac{W_{i,j}}{W_j}$$

其中 $W_{i,j}$ 代表j类船舶运输i类商品的重量， W_j 代表j类船舶运输商品总重量， E_j 代表j类船舶总排放量。

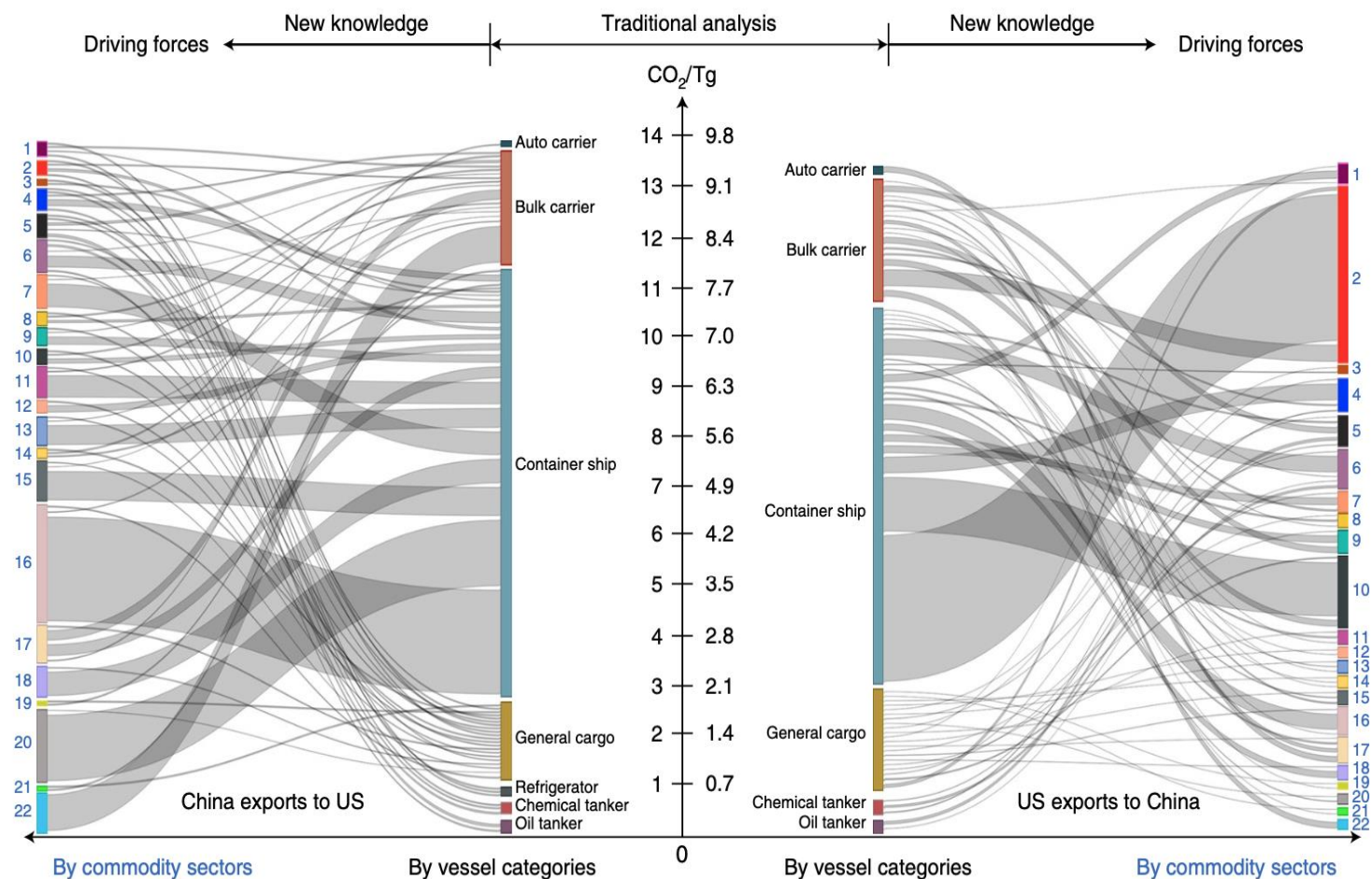
● 空气质量:

- 采用GEOS-Chem化学运输模型，通过归零法估算中美贸易中航运排放对全球空气质量的影响。即在模型参数设置相同的情况下，有无中美贸易航运排放的模拟结果之间的差异用于空气质量分析。

● 健康模型:

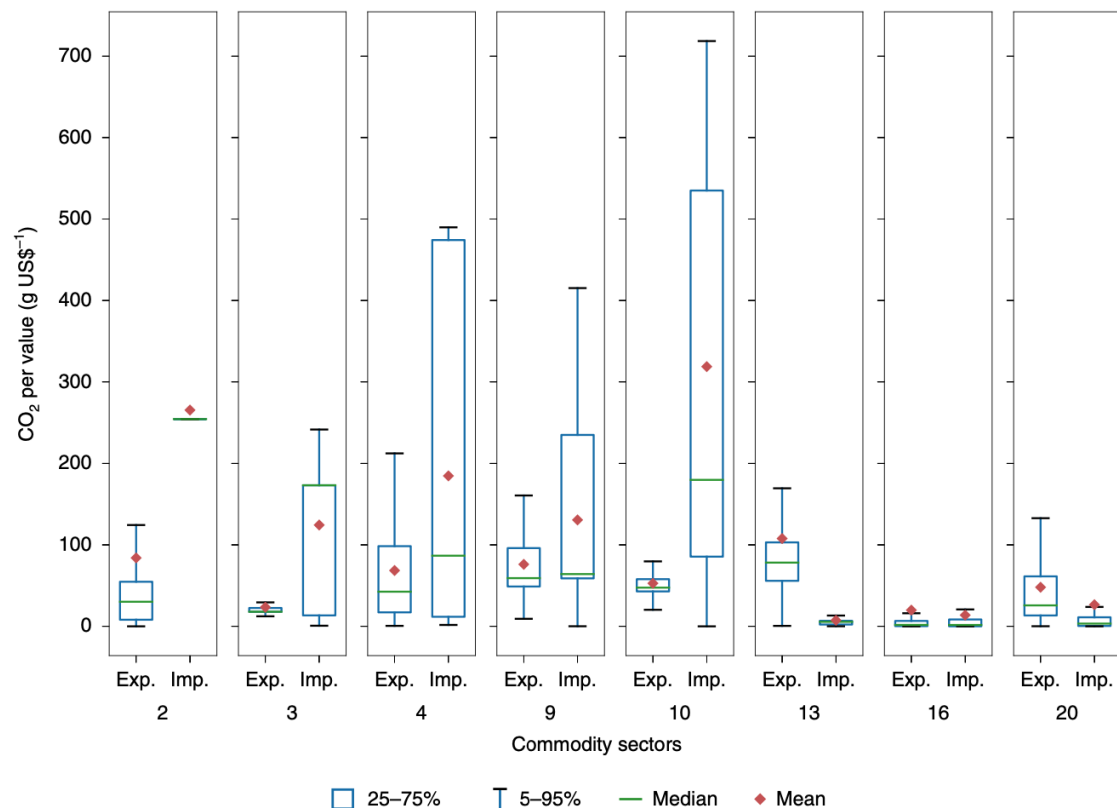
- 与接触PM2.5相关的过早死亡计算为 $M = M_b * P * AF$ ，其中M是因PM2.5导致的过早死亡人数， M_b 是特定原因基线死亡率，P是人口，AF是由于PM2.5导致的死亡可归因分数。

5 结果分析：与贸易相关的航运排放



- 如果按重量计算，海运占美中贸易的99.1%(如果按价值计算占71.5%)，其中约1.2亿吨产品通过2441次船只从中国运往美国，104吨产品通过2041次船只从美国运往中国。2016年中美间贸易占世界贸易的3.4%，占全球航运排放量的2.5%。
- 排放的主要贡献是集装箱船。
- 中国和美国贸易排放结构有实质性差异。

5 结果分析：与贸易相关的航运排放



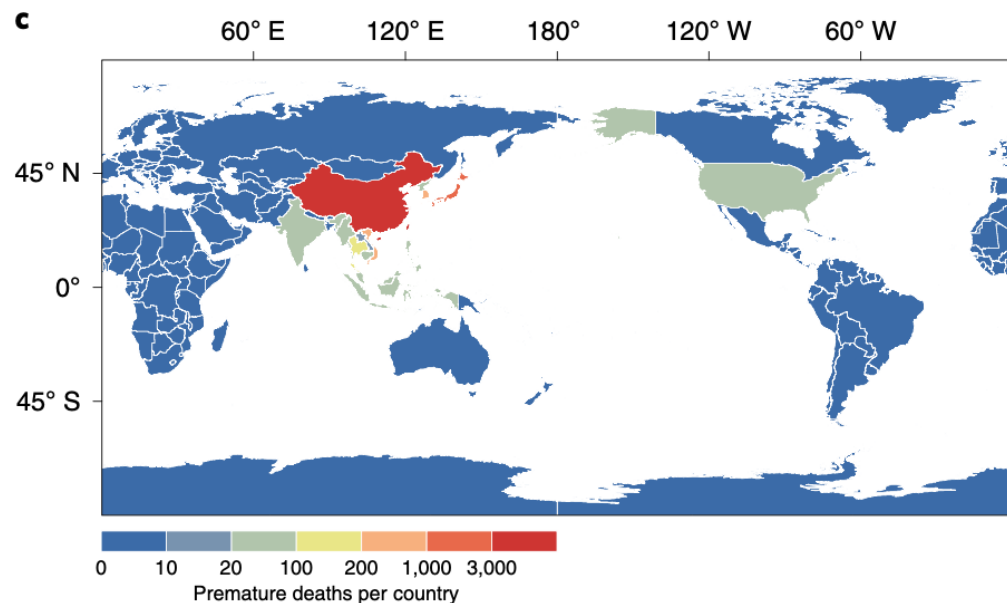
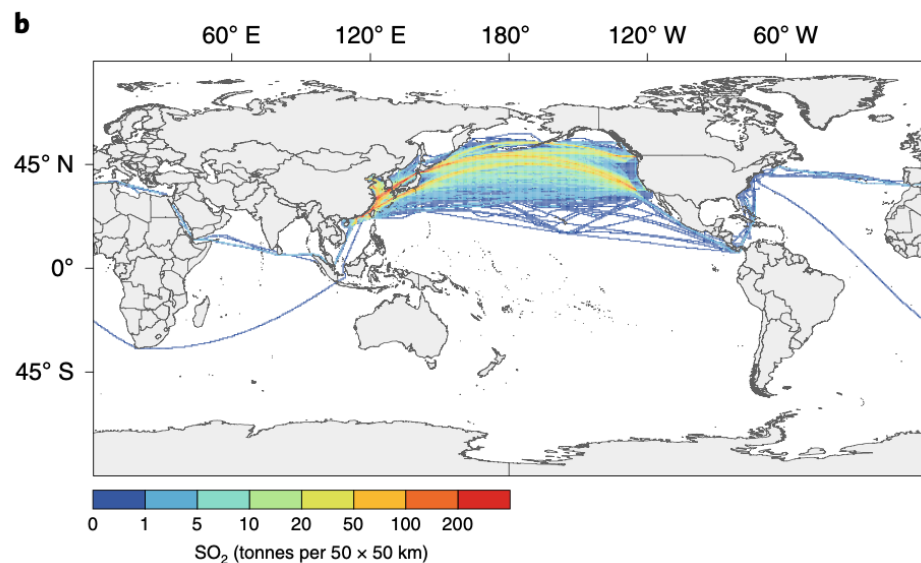
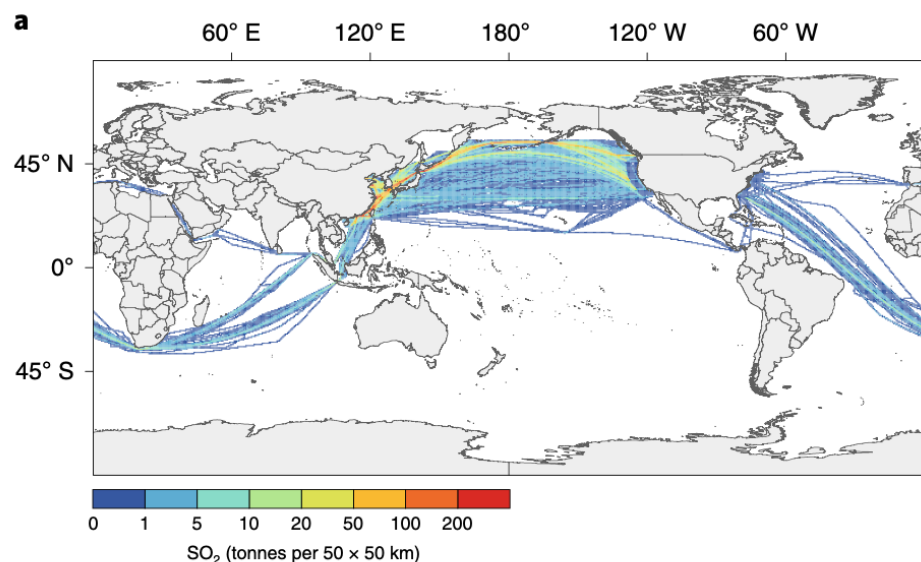
China-US出口中包含的航运排放比US-China出口高出41-48%，表明美国出口的单位价值贸易的二氧化碳排放量较高。

箱线图中显示了各商品的单位价值二氧化碳排放量。

- 从中国出口到美国的商品相当于35.7g/美元的二氧化碳排放量，而从美国出口到中国的商品为68.6g/美元。
- 大豆的单位价值二氧化碳排放量为254g/美元(2)，固体废物的单位价值二氧化碳排放量为325g/美元(10)。
- 当第2类和第10类商品被移除后，美国对中国的二氧化碳排放比率大幅降低至28.3g/美元。

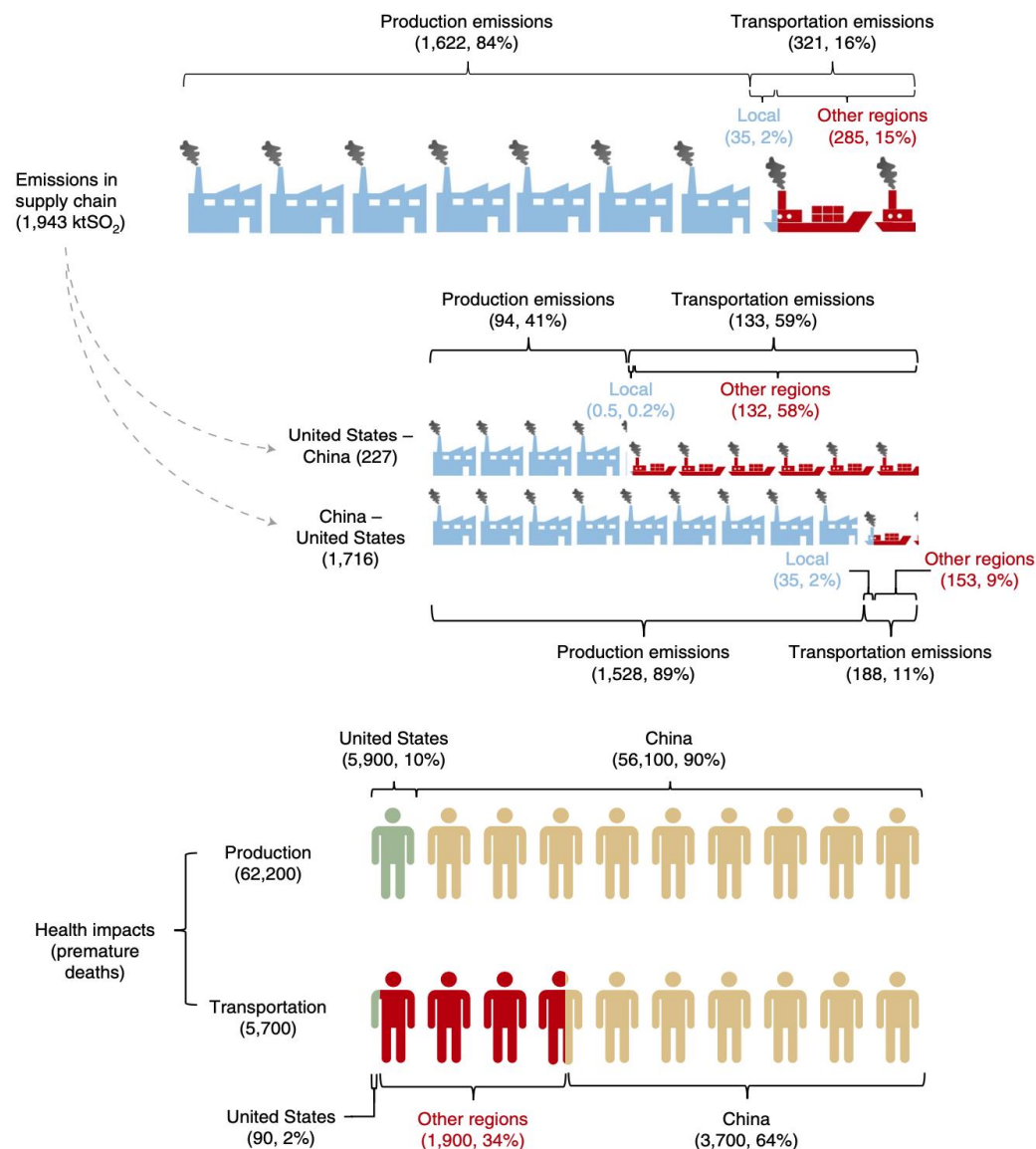
如果这些价值低但重量大的货物可以通过海运来控制，单位价值的排放量将会大大提高。根据该图，有针对性地降低船舶能耗或改变贸易标准和结构可能会显著提高减排效率。

5 结果分析：中美贸易中体现的相关污染和健康影响



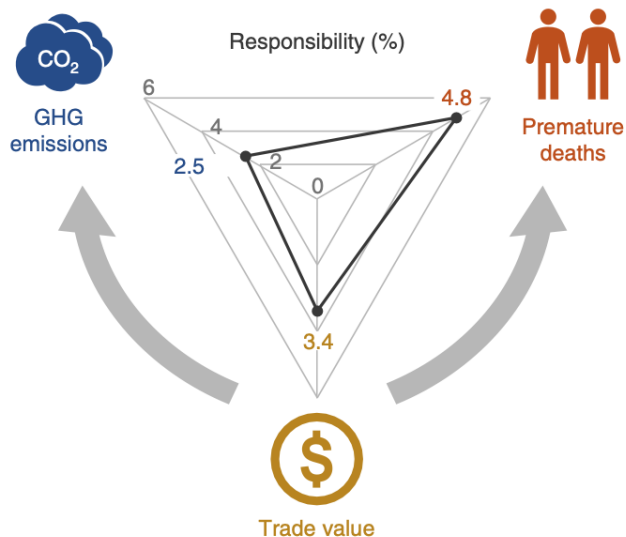
- 中美贸易相关的航运排放不仅分布在中国和美国沿海地区，也分布在其他地区。
- 在中美贸易中，中国的死亡率占全球因船舶排放导致的死亡总数的64.4%，而在美国，由于船舶排放造成的死亡较少(少于100人死亡)。
- 美中贸易与航运相关的污染也对东南亚的健康造成了影响。

5 结果分析：供应链中的排放（运输与生产）



- 对美国出口商品，生产活动中产生的排放（主要影响当地环境）占供应链排放总量的41%，总排放量的其余59%来自运输活动，并且几乎全部发生在美国和中国以外的地区。
- 对于中国的出口来说，由于大量的生产排放，运输排放的比例相对较小(11%)。与美国的出口类似，大部分排放在其他地区。
- 就健康影响而言，中国比美国遭受更多的健康后果，因为大量人口集中在东部沿海地区。
- 然而，34%由航运排放导致的过早死亡发生在与美中双边贸易没有直接关系的国家。

5 讨论



□ 减少航运排放

- 本研究为了促进减少贸易中的航运排放，将航运影响分配给双边贸易对。
- 减少排放可通过优化贸易结构(减少贸易中的低价值大重量商品)或使用“清洁”船舶。
- 与减少贸易需求的选择相比，各国可能会选择使用“更清洁”的船舶。
- 如果这可以计入它们的信用额度的话，我们的方法可以加速清洁船队过程中的市场驱动战略，从而有助于实现到2050年减少50%碳排放的目标。

□ 责任分配

- 排放和影响可能被带到双边贸易对之外的其他地区。当系统中包含更多的“受害者”时，“责任”的定义可能会影响结果。
- 从 GHG 排放的角度来看，美中双边贸易占全球海运二氧化碳排放量的2.5%；从标准污染物的角度来看，美中双边贸易占全球与船舶相关的过早死亡的4.8%；贸易份额占全球贸易总额的3.4%。
- 这一不平均份额表明了责任分配的复杂性和系统定量分析分配责任的必要性。

谢谢！

