

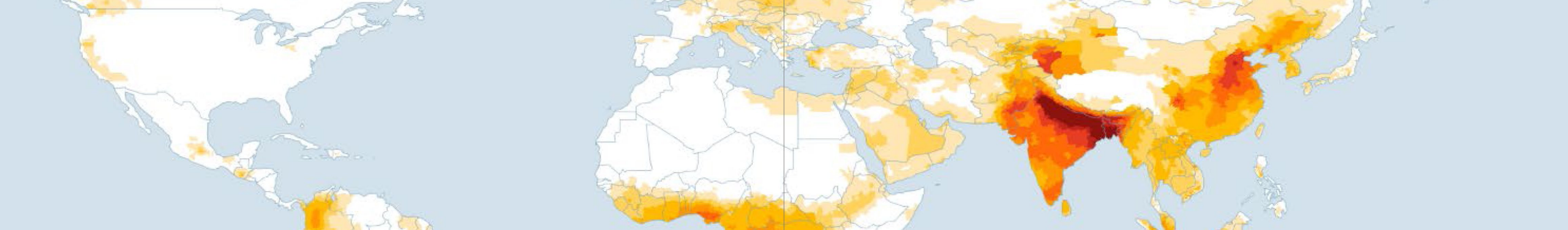


空气质量寿命指数 | 2020 年 7 月

年度报告

作者：迈克尔·格林斯通， 范晴





执行摘要

新冠肺炎 (COVID-19) 是一种在 2019 年底发现的，由新型冠状病毒引起的疾病，它对世界各国产生了深远的影响。该疾病在全球肆虐传播，各国纷纷采取前所未有的防治措施，这突显了保护公众健康的重要性。然而，在全世界等待疫苗出现的同时，我们仍旧面临另一个日常杀手：空气污染。

来自空气质量寿命指数 (“AQLI”) 的最新数据显示，在新冠肺炎爆发之前，空气污染是人类健康的最大威胁，在新冠肺炎之后，如果没有强大而持续的公共政策 (应对空气污染的唯一办法)，空气污染仍将是最大威胁。世界很多地区还没有充分认识到空气污染的严重性，数十亿人的寿命可能因此缩短，健康状况恶化。

空气污染在人体内隐秘地发生作用，对心脏、肺和其他系统的致命影响会缩短人们的预期寿命，其危害性大于肺结核、HIV 病毒 / 艾滋病等传染性疾病、吸烟等行为杀手甚至战争。2018 年，AQLI 指数将全球所有女性、男性和儿童的数据综合平均，得出的数据显示，细颗粒物污染缩短了全球人口的预期寿命，比空气质量达到世界卫生组织 (“世卫组织”) 指导标准条件下缩短了近 2 年。事实上，过去 20 年的情况一直如此，在此期间，人们的预期寿命平均损失了 2 年。现实情况是，空气污染是一个全球性痼疾。一些国家的空气质量改善了，而另一些国家的空气质量却下降了。本报告将揭示其中的一些趋势，并指出哪些地方存在空气污染恶化的现实风险。

在南亚，细颗粒物污染不断上升，由此导致的预期寿命缩短超过世界上任何地方。孟加拉国、印度、尼泊尔和巴基斯坦一直位居全球污染最严重的五个国家之列。这四个国家的人口占世界总人口的 23%，因空气污染而丧失的寿命却占全球的 60%。由于细颗粒物污染，印度人的平均寿命缩短了 5.2 年。在东南亚，11 个国家的平均预期寿命比空气质量达到世卫组织指导标准条件下缩短了 1.4 年。在中非和西非国家，HIV 病毒 / 艾滋病和疟疾等威胁健康的疾病受到广泛关注，但细颗粒物污染对预期寿命的影响程度与上述疾病相当。

强力治理空气污染的政策可以延长人们的寿命，在这方面，世界其他地区树立了重要榜样。中国近年来的经验显示，强大的政策可以快速扭转空气污染程度。中国从 2013 年起打响了一场大规模的“治污攻坚战”，到 2018 年，即有数据可查的最近一年，中国的细颗粒物污染下降了近 40%。如果这种下降趋势持续下去的话，中国人的预期寿命可以比治理污染前延长 2 年。此外，中国还计划在未来几年进一步降低空气污染浓度。

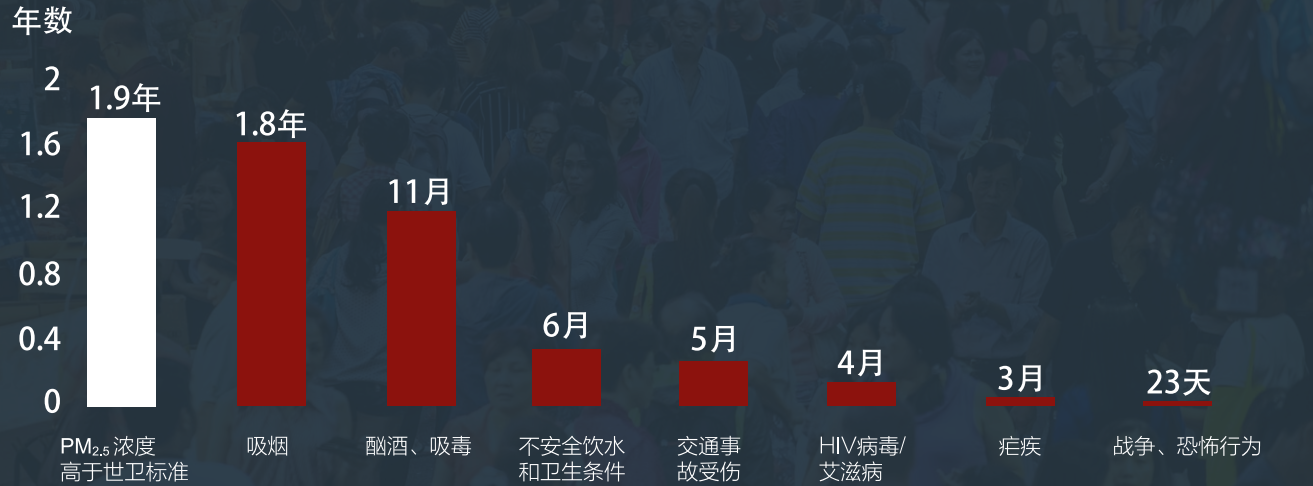
美国、欧洲大部分地区和日本也经历了类似的发展轨迹：工业化过程产生高污染排放，但随着公众要求控制空气污染，排放量逐渐降低。欧美国家的人口占世界人口的 17%，但因空气污染而缩短的预期寿命大约为全球预期寿命缩短数量的 2%。

研究方法

AQLI 指数里的各种预期寿命是基于两项同行评议的研究计算的。这两项研究的作者分别为陈及合著者 (2013 年) 和艾本斯坦 (Ebenstein) 及合著者 (2017 年)，芝加哥大学米尔顿·弗里德曼杰出讲席经济学教授迈克尔·格林斯通 (Michael Greenstone) 是合著者之一。研究人员利用在中国进行的一项独特的自然实验，他们比较了长期暴露于不同浓度的空气细颗粒物污染的两组人，并将细颗粒物污染与影响健康的其他因素合理区分开来。这两项研究中的最新一项发现，持续暴露于 PM₁₀ 中，PM₁₀ 的浓度每上升 10g/m³ 会使预期寿命减少 0.64 年；按 PM_{2.5} 计算，PM_{2.5} 的浓度每上升 10g/m³ 会使预期寿命缩短 0.98 年。AQLI 指数将此发现应用于全球 PM_{2.5} 卫星测量数据，以确定当前世界各国的空气污染对预期寿命的影响。

了解更多关于 AQLI 指数及其方法论，请访问：aqli.epic.uchicago.edu/about/methodology

图 1：PM_{2.5} 和无关联死亡原因 / 风险对预期寿命的影响



第一部分：

全球空气污染现状

AQLI 指数显示，细颗粒物污染超过世卫组织指导标准导致普通人的预期寿命缩短了 1.9 年——其危害性大于肺结核、HIV 病毒 / 艾滋病等致命性传染病、吸烟等行为杀手，甚至超过了战争的影响。

普通人面临的细颗粒物污染平均为 $29\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，这几乎是世卫组织 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 指导标准的三倍。如果这种污染水平持续下去，其健康后果是，全球人口的预期寿命将比达到世卫组织指导标准的情况减少 1.9 年。因此，将空气污染永久降至世卫组织指导标准，将使全球平均预期寿命从 72 岁提高到 74 岁，世界人口的预期寿命将总计增加 143 亿年。

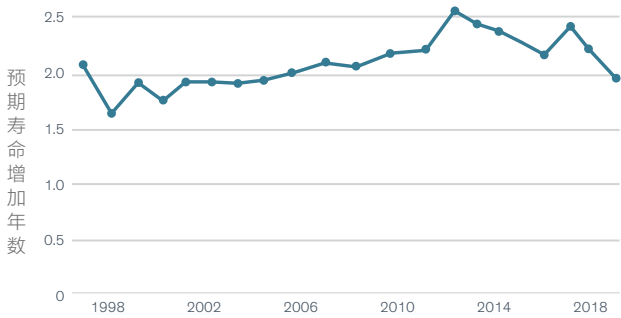
按预期寿命衡量，环境细颗粒物污染一直是人类健康的最大威胁。我们可以将细颗粒物污染与其他主要健康杀手相比较。例如，一手香烟烟雾导致全球平均预期寿命减少约 1.8 年，酗酒、吸毒使预期寿命缩短 11 个月，不安全饮用水和卫生条件使预期寿命减去 7 个月，HIV 病毒 / 艾滋病的影响是 4 个月，疟疾是 3 个月，战争和恐怖行为仅缩短了人类 18 天预期寿命（见图 2）。¹ 因此，细颗粒物污染对预期寿命的危害性相当于吸烟，是酗酒和吸毒的两倍、不安全饮用水的三倍、HIV 病毒 / 艾滋病的五倍以及战争和恐怖行为的 29 倍。

空气污染致命的原因在于，居住在污染地区的人几乎无处可逃。人们可以戒烟和预防疾病，但每个人都必须呼

吸空气。因此，空气污染影响的人数超过任何其他因素：59 亿人（约占全球人口的 79%）生活在 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度超过世卫组织指导标准的地区。虽然 HIV 病毒 / 艾滋病、肺结核、战争等其他风险对相关人群的影响更大，但受影响的人数却少得多。例如，《全球疾病负担报告》估计，2017 年死于 HIV 病毒 / 艾滋病的人平均早亡 52.9 年。但是，与呼吸着污染空气的 59 亿人相比，3,700 万艾滋病人只是少数人，因此空气污染的总体危害要大得多。

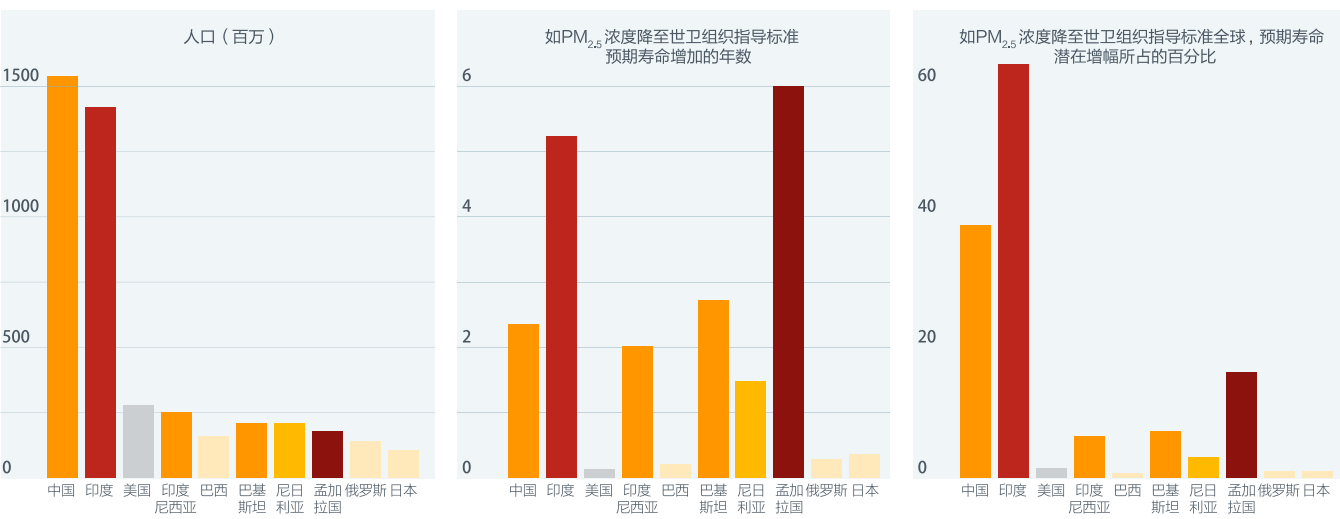
好消息是，强有力的公共政策可以减少细颗粒物污染，提高人们的预期寿命。细颗粒物污染浓度在 2011 年出现了一个高峰，此后因中国和其他重要国家的政策变化，污

图 2：1998–2018 年期间，如 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度降至世卫组织指导标准时全球预期寿命的平均潜在增幅



¹ 除环境 $\text{PM}_{2.5}$ 空气污染以外的死亡原因和风险对预期寿命的影响，是根据 2017 年全球疾病负担死亡率数据计算的。有关详情，请参见 <https://aqli.epic.uchicago.edu/about/methodology/>

图 3：在 10 个人口最多的国家，如 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度从 2018 年的水平降至世卫组织指导标准，各国预期寿命的潜在增幅及其所占的百分比



染浓度普遍下降。假如听任 2011 年的细颗粒物污染浓度持续下去，全球平均预期寿命将比全球空气质量达到世卫组织指导标准的情况下短 2.6 年。2011 年以来，污染下降了 20%，如果这种下降可以保持下去，全球平均预期寿命将会提高 8 个月。

世界上一些地方的空气质量改善，而另一些地方的空

气质量恶化，这说明空气污染是一个全球性的难题。尽管 2018 年细颗粒物污染使全球预期寿命缩短了 2 年，但过去 20 年中污染导致预期寿命的平均降幅也是 2 年。本报告的其余部分将进一步指出，多年来哪些地区的污染增加了、哪些地区的污染减少了。

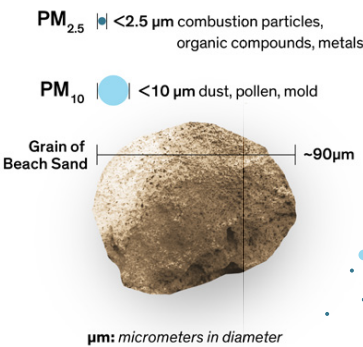
什么是细颗粒物污染？它来自哪里？

细颗粒物是指悬浮在空气中的固体和液体颗粒——煤烟、烟雾、灰尘和其他物质。有些来源于大自然，如灰尘、海盐和野火，但大部分来自化石燃料的燃烧，如汽车发动机和发电厂，以及生物质的燃烧，如家庭焚烧柴火和农作物。

这些细颗粒物随着身体所需的氧气进入人的呼吸系统。被吸入鼻子或嘴后，每个细颗粒物的终点取决于其本身的大小：颗粒越细微，侵入身体的距离就越远。 $\text{PM}_{2.5}$ 是直径小于 2.5 微米的颗粒，只有人类头发直径的 3%，也是最致命的细颗粒物。它们深入肺部，绕过身体的自然防御系统；从肺部可以进入血液，导致肺病、癌症、中风和心脏病。有证据表明，细颗粒物还损害人的认知能力。

$\text{PM}_{2.5}$ 的体积微小，不仅从生理学的角度来看对健康有害，而且可以在空气中停留数周，远播数百甚至数千公里。这增加了被人吸入身体的可能性，而不是落地回归尘土。

了解更多关于细颗粒物污染的信息，请访问：<https://aqli.epic.uchicago.edu/pollution-facts/>



第二部分：

空气污染压力集中在南亚

如果目前的污染水平持续下去，在污染最严重的国家，人们的预期寿命将缩短 5 年，印度北部近 2.5 亿居民预期寿命将缩短 8 年以上。

占世界人口近四分之一的四个国家同时也是污染最严重的国家：孟加拉国、印度、尼泊尔和巴基斯坦。这四个国家位居世界上污染最严重的五个国家之列，如果当前的污染水平持续下去，这些国家损失的预期寿命年数将占全球损失量的 60%。如果污染浓度符合世卫组织指导标准，他们的平均预期寿命将增加 5 年。

印度四分之一的人口所遭受的污染水平超过任何其他国家。如果 2018 年的污染浓度持续下去，印度北部（包括德里和加尔各答这两个超大城市）的 2.48 亿居民将失去 8 年以上的预期寿命（见图 4）。

就全国平均水平而言，孟加拉国是世界上污染最严重的国家。如果污染水平达到世界卫生组织指导标准，孟加拉人可以多活 6.2 年，如果污染得到改善，首都达卡的 1,300 万人可以多活 7.2 年；印度总人口的预期寿命将增加 5.2 年；尼泊尔人的寿命可以延长 4.7 年；巴基斯坦人的寿命可以增加 2.7 年——居住在巴基斯坦第二大城市拉合尔（旁遮普省污染最严重的地区）的人可以多活 3.2 年。

在这些国家中，空气污染对预期寿命的影响远高于其他威胁健康的重大因素。例如，吸烟使这些国家的预期寿命缩短了 1.8 年；不安全饮用水和卫生条件使寿命减少了 1.2 年；酗酒和吸毒减少了 1 年寿命。

在这四个国家中，居民遭受的细颗粒物污染平均浓度比 20

年前高出 44%。假如保持 1998 年的污染水平，人们的预期寿命只会减少 3.2 年——而当前预期寿命的降幅是 5 年。这种恶化并不意外。在过去 20 年里，工业化、经济发展和人口增长导致这些国家的能源需求飙升。自 21 世纪头十年以来，印度和巴基斯坦的机动车数量是原来的大约四倍。从 2010 年到 2020 年，孟加拉国的机动车数量增至原来的大约三倍²。从 1998 年到 2017 年，孟加拉国、印度、尼泊尔和巴基斯坦四国的化石燃料发电量增加了两倍³。焚烧农作物、经营砖窑和其他工业活动也导致了该地区细颗粒物污染上升。

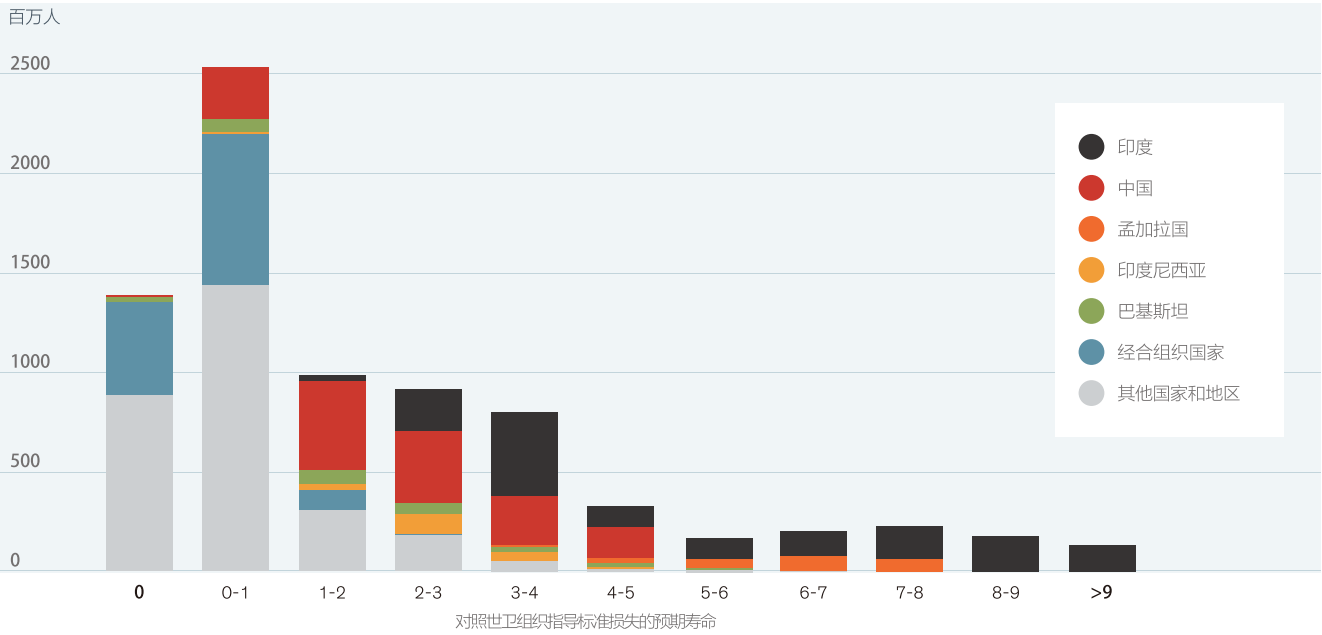
能源消耗量的增加提高了生活水平和经济产出，无疑增进了人们的福祉。然而，伴随而来的细颗粒物污染上升产生了严重后果，而非经合组织地区的能源需求预计将继续增长。如果没有协调一致的政策行动，空气污染的威胁还将继续加大。

庆幸的是，这些国家越来越多的人认识到了空气污染问题的严重性，政府也开始采取应对措施。例如，在印度，与欧盟标准相当的燃料排放标准从 2020 年起在全国范围内生效。2019 年，印度政府“向污染宣战”，并公布了国家清洁空气方案。该方案的目标是到 2024 年将细颗粒物污染在 2017 年的水平上减少 20%–30%。尽管该方案的目标不具约束力，但如果印度在全

² 2017 年《印度统计年鉴》表 20.4；2006 年《巴基斯坦统计手册》表 17.5；2019 年《今日巴基斯坦》；孟加拉国道路运输管理局，2020 年。

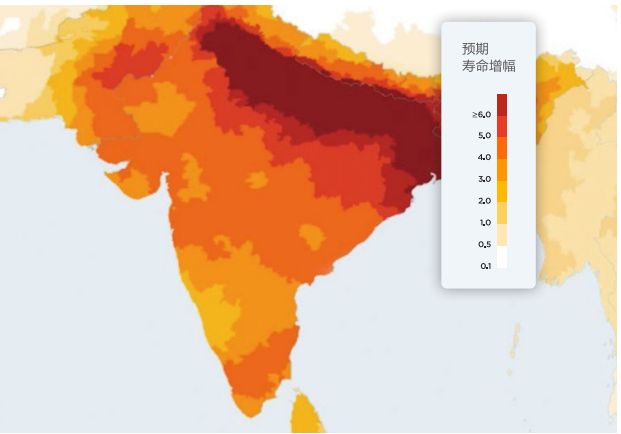
³ 美国能源信息管理局。

图 4：如 PM_{2.5} 浓度降至世卫组织指导标准全球预期寿命增加的人年数分布



注：按 PM_{2.5} 浓度降至世卫组织指导标准预期寿命的增幅，印度、中国、孟加拉国、印度尼西亚和巴基斯坦排名全球前五位。

图 5：1998–2018 年，在污染最严重的南亚国家，如 PM_{2.5} 浓度降至世卫组织指导标准预期寿命的潜在增幅。



国范围内实现并维持该目标，将会显著改善印度人的健康状况：如全国污染水平下降 25%（方案目标的中点），印度人的预期寿命将增加 1.6 年，德里居民的预期寿命将延长 3.1 年。

其他南亚国家也开始采取政策行动。巴基斯坦政府开始在供暖能源需求很高的冬季增设污染监测仪，关闭污染严重地区的工厂。巴基斯坦和孟加拉国敦促砖窑主采用更清洁的技术。特别是在孟加拉国，砖窑造成了达卡约 60% 的细颗粒物污染。2019 年，孟加拉国修订了砖窑生产法，禁止在居民区、商业区、农业区或环境敏感区附近建立砖窑。政府计划到 2025 年逐步淘汰使用砖，转而使用混凝土块，以减少对空气质量和可用于农耕的表层土壤的损害。

第三部分：

东南亚的空气污染压力同样沉重

东南亚的污染源自车辆、发电厂和宽松的工业排放法规，也包括焚烧森林、泥炭地和耕地。在雅加达、新加坡和胡志明市等大城市，如果污染控制在世卫组织指导标准以内，不断增多的城市居民的预期寿命可以延长 2 到 5 年。

在东南亚 6.5 亿人口中，有 89% 的人生活在细颗粒物污染超过世卫组织指导标准的地区。按世卫组织指导标准，污染使人们的预期寿命平均缩短了 1.4 年。在 11 个东南亚国家中，污染造成的预期寿命损失总计达 9.05 亿人年。

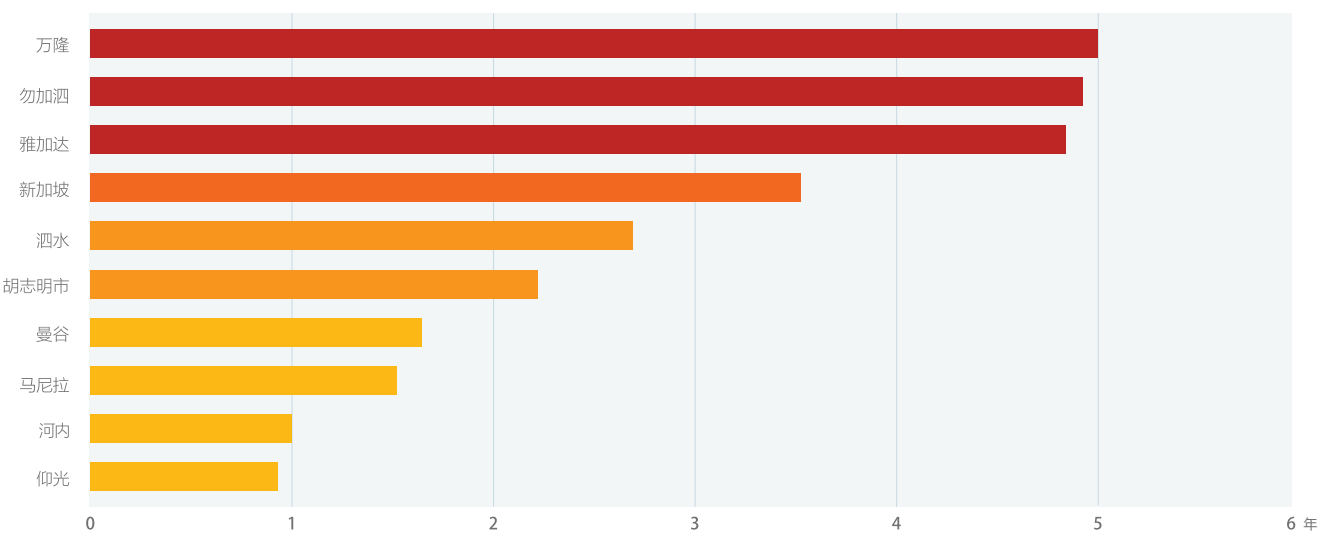
AQI 指数的卫星数据显示，新加坡的细颗粒物污染水平与北京和孟买相近。因此，新加坡成为世界上第四大污染国家。如果符合世卫组织的空气质量标准，新加坡 600 万居民的预期寿命将增加 3.4 年。

在其他东南亚国家，人口密集和工业化地区的空气污染带来了最大的健康负担。爪哇岛是印度尼西亚的人口和工业中心，如果细颗粒物污染符合世界卫生组织指导标准，雅加达 1,100 万居民的预期寿命将平均增加 4.8 年，茂物、南唐格朗、万隆和勿加泗等城市的居民的预期寿命可以延长 5 年。在东南亚大陆，越南的细颗粒物污染水平最高。在越南最大的城市胡志明市，如果空气质量得到改善，符合世卫组织指导标准，居民的预期寿命将增加 2 年，而越南人的预期寿命平均延长 1.2 年。在泰国首都曼谷，如果污染水平达到世卫组织指导标准，居民将多活 1.5 年，而泰国全国预期寿命的平均增幅是 1.1 年。

目前缅甸和柬埔寨的细颗粒物污染对健康的影响不如上述国家严重，但污染程度正在上升。从 1998 年到 2018 年，缅甸和柬埔寨的污染分别增加了 35% 和 21%，相对于 1998 年的水平，两国的预期寿命分别减少了 0.5 年和 0.3 年。

中国和印度实施的燃料排放标准至少与欧盟现行的欧 6 标准一样严格，而印度尼西亚、越南和泰国目前要求燃料符合欧 4 标准。欧 4 标准允许的柴油氮氧化物排放量是欧 6 的三倍，燃料硫含量是欧 6 的五倍。同时，印度尼西亚的燃煤电厂（在雅加达 100 公里半径范围内有大约 10 座）⁴ 排放的细颗粒物、氮氧化物和二氧化硫的浓度是中国燃煤电厂排放浓度的 3 至 7.5 倍，是

图 7：东南亚 10 个大城市的 PM_{2.5} 浓度从 2018 年的水平永久降至世卫组织指导标准预期寿命的潜在增幅



印度 2003 年至 2016 年间建设的燃煤电厂的排放浓度的 2 至 4 倍。⁵ 氮氧化物和二氧化硫一旦排放到大气中，就可能形成细颗粒物。

除了汽车、煤炭和工厂之外，生物质燃烧也是东南亚大部分地区严重的季节性空气污染的一个来源。在印度尼西亚的苏门答腊岛和加里曼丹岛，经常有人非法焚烧森林和泥炭地，将其开辟为农用地，因此每年都会造成烟雾事件。尽管大火的热度和热点随时间的不同而变化，但这些地区每年反复发生大火使居民长期暴露在较高的平均污染浓度中。在中加里曼丹的帕朗卡拉亚市和南苏门答腊的巴邻旁市及其周边地区，10 年平均细颗粒物浓度是世卫组织指导标准的大约 5 倍。这些城市居民的预期寿命比长期平均细颗粒物浓度达到世卫组织指导标准要短 4 年。此外，大火造成了跨境污染，对印度尼西亚周边下风国家的影响尤为显著。在 2006 年和 2015 年，厄尔尼诺现象加剧了大火的烈度，

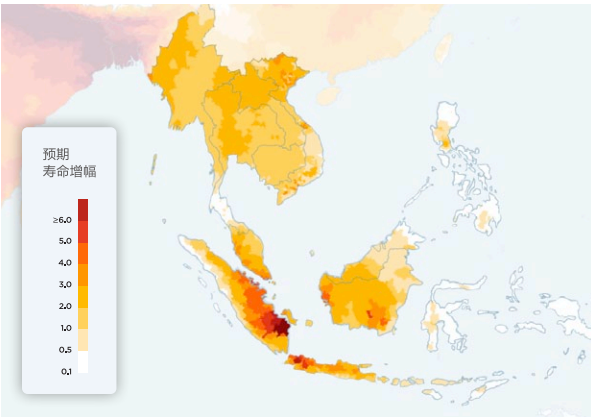
马来西亚和新加坡的平均细颗粒物污染明显增加。在 2015 年东南亚雾霾事件中，马来西亚关闭了 7,000 所学校以及大量企业和政府办公室。⁶ 马来西亚 2006 年的细颗粒物污染比 2005 年或 2007 年高出约 40%；2015 年，该数字比 2014 年和 2016 年分别高出 17% 和 40%⁷。

⁵ 张 (Zhang)，2016 年

⁶ 2015 年《海峡时报》。

⁷ 除了当地和跨境空气污染之外，印度尼西亚焚烧森林和含碳泥炭地也是气候变化的一个重要因素。例如，据计算，2015 年大火每天排放的二氧化碳超过欧盟每天的排放量 (Huijnen et al., 2016)。

图 6：如 PM_{2.5} 浓度从 2018 年的水平永久降至世卫组织指导标准预期寿命的潜在增幅。



⁴ 泰勒 (Taylor)，2019 年

第四部分：

中非和西非空气污染的 危害性相当于传染病

虽然 HIV 病毒 / 艾滋病、疟疾等挑战占据中非和西非的新闻头条，但细颗粒物污染也是一个同样严重的健康威胁。对照世卫组织指导标准，这些地区许多人的预期寿命缩短了 3 至 4 年。

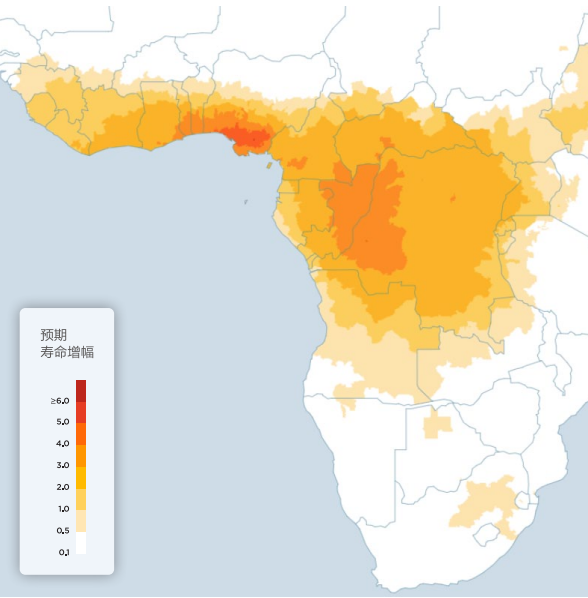
在撒哈拉以南的非洲，健康问题主要集中在 HIV 病毒 / 艾滋病和疟疾等传染病上，但细颗粒物污染对预期寿命的影响同样严重。中非和西非由 27 个国家组成，人口 5.77 亿⁸。这些地区的细颗粒物污染平均浓度是世卫组织指导标准的两倍。如果该污染水平持续下去，与世卫组织指导标准的情况相比，这些地区的平均预期寿命将缩短 1.2 年，总共将损失 6.77 亿人年。虽然亚洲国家的空气污染受到了很高的关注，但非洲国家也在全球污染最严重的国家之列：在过去 10 年中，贝宁、刚果民主共和国、刚果共和国、加纳、尼日利亚和多哥在某一年或多年上榜全球 10 大污染最严重国家名单。

尼日利亚是该地区的污染热点之一。在拥有 2,000 万人口的拉各斯，细颗粒物污染永久降至世卫组织指导标准将使预期寿命增加 2.9 年。在尼日尔三角洲，炼油厂（其中许多是非法炼油厂）造成了每日严重的空气污染，人们的预期寿命比达到世卫组织指导标准的情况低 3 年。老旧汽车使用含硫量高的燃料，人们在露天焚烧垃圾，因缺乏可靠的电网而使用柴油发电，这些也是造成全国城市空气污染的原因。在尼日利亚污染最严重的城市奥尼沙，对照世卫组织指导标准，居民的预期寿命缩短了 4 年。许多其他非洲国家的细颗粒物污染也对预期寿命产生了巨大影响。在多哥的洛美，居民的预期寿命缩短了 2.6 年。在拥有 1,000 多万人口的刚果民主共和国首都金沙萨，预期寿命降低了 2.5 年。在拥有

500 万人口的科特迪瓦首都阿比让，预期寿命减少了 1.7 年。

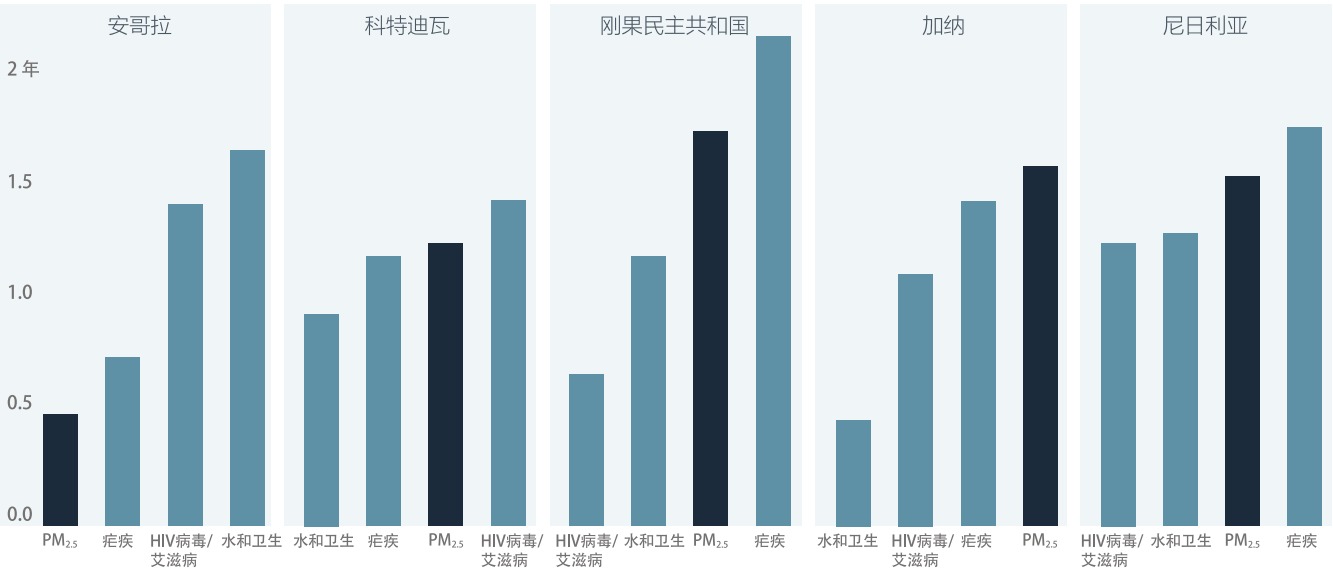
与其他环境健康风险和突出的传染病相比较，在尼日利亚，

图 8：PM_{2.5} 浓度从 2018 年的水平永久降至世卫组织指导标准预期寿命的潜在增幅。



⁸ 中非是指中非国家经济共同体的 11 个国家，西非按联合国的定义包括 16 个国家。

图 9：中非和西非人口最多的五个国家中细颗粒物污染和其他健康威胁对预期寿命的影响



就影响人们的预期寿命而言，空气污染仅次于 HIV 病毒 / 艾滋病，排在疟疾、饮用水和卫生问题之前（见图 9）。在刚果民主共和国，空气污染的危害仅次于疟疾。在加纳，空气污染是最致命的健康威胁，而在科特迪瓦，空气污染缩短预期寿命的程度与传染病相当⁹。然而，在撒哈拉以南的非洲，大约 10% 的卫生支出用于防治 HIV 病毒 / 艾滋病或疟疾，这些国家很少认识到空气污染问题¹⁰。例如，从 2016 年 11 月开始，尼日尔河三角洲城市哈科特港被烟尘笼罩，经过四个月的时间和公众的强烈抗议，该市才宣布进入紧急状态——而在应对埃博拉病毒危机中，尼日利亚政府因其迅速和有效的行动受到称赞。

在所有 27 个中非和西非国家中，只有一个国家——喀麦隆——制定了细颗粒物污染国家标准。此外，整个地区只有三个

实时空气质量监测站对外公布污染数据。¹¹ 相比之下，面积小于中非和西非的印度有大约 200 个空气污染监测站。

未来，非洲国家的人口和经济都将增长。在整个非洲，能源消费的增速预计将高于以往：2017–2040 年的煤炭消费增速将是 1995–2017 年期间（两个期间长度基本相同）的三倍以上，天然气消费增速是 1995–2017 年期间的两倍以上。¹² 除非采取措施解决经济和生活排放，否则细颗粒物污染将会随着排放而增加。

⁹ 除环境 PM_{2.5} 空气污染之外的死亡原因和风险对预期寿命的影响，是根据 2017 年《全球疾病负担报告》的死亡率数据计算的。有关详情，请参见 <https://aqli.epic.uchicago.edu/about/methodology/>。
¹⁰ 2015 年，总计 180 亿美元的国内外援助资金用于防治 HIV 病毒 / 艾滋病，2016 年，27 亿美元用于防治疟疾。撒哈拉以南非洲的卫生支出总额为 1,940 亿美元。（Dieleman et al., 2018; Haakenstad et al., 2019）。
¹¹ 联合国儿童基金会，2019 年。
¹² 《2019 年英国石油公司能源展望》。

亮点国家：中国正在打赢“治污攻坚战”

中国一直在积极治理污染，自 2013 年以来，全球细颗粒物污染降幅中的近四分之三来自中国。如果这种趋势持续下去，中国人的预期寿命可以延长 2 年。

担忧始于 20 世纪 90 年代末。从 2008 年起，在北京的美国驻华大使馆开始在推特和国务院网站上公布自己的空气质量监测数据，人们很快发现该数据与当地政府发布的空气质量数据不符。2013 年，中国的空气污染出现一个高峰，社会上的批评也达到了前所未有的激烈程度。与此同时，陈及合著者 (2013 年) 发表了一项淮河以北供暖政策研究。该研究发现，由于中国北方的空气污染严重，北方人比南方人的预期寿命缩短了大约 5 年。问题的严重性显而易见。

第二年，李克强总理号召发起了一场“治污攻坚战”。为减少环境空气污染，国家《大气污染防治行动计划》拨款 2,700 亿美元，北京市政府另外拨款 1,200 亿美元。计划的目标是，到 2017 年，所有城市地区的细颗粒物 (PM₁₀) 浓度要比 2012 年减少 10%。中国污染最严重的地区，包括京津冀、珠江三角洲和长江三角洲，都有具体的治污目标。

为实现这些目标，政府制定了多种策略，包括将减少污染纳入地方官员的政绩考核标准，让提拔同时与环境审计和经济绩效挂钩；在一些地区禁止新建燃煤电厂，要求现有燃煤电厂减少排放或改用天然气作燃料；增加可再生能源生产；降低钢铁工业产能；限制大城市道路上行驶的车辆数量；增加透明度，更好地执行排放标准。2013–2014 年，政府推出了一个全国范围的空气质量监测网，自动报告污染读数。统计分析表明，该网缓解了政府官员低报污染浓度的问题，向社会提供了准确的实时空气污染信息，使人们能够采取适当的防御措施。¹³

归功于上述措施，2017 年到期的国家《大气污染防治行动计划》设定的所有目标均已实现。2013–2018 年期间，中国

全国细颗粒物污染浓度平均下降了 39%。¹⁴ 如果这种趋势持续下去，中国人的预期寿命将延长 2.1 年 (图 10、表 1)。事实上，从 2013 年到 2018 年，全球细颗粒物污染降幅中近四分之三来自中国。从 1998 年到 2016 年，中国每年都是世界上污染最严重的五个国家之一，但在 2017 年和 2018 年跌出了前五名。京津冀地区是 2013 年中国污染最严重的地区之一，细颗粒物污染减少了 41%，如果持续下去，该地区 1.08 亿居民的预期寿命将延长 3.4 年。

为了解中国发展的规模和速度，可将中国与工业化后的美国和欧洲作比较。美国通过《清洁空气法》后，历经近 30 年和五次经济衰退，空气质量才取得了近似的进步。欧洲在成立环保机构后，花了大约 20 年时间，经历了两次经济衰退，污染水平才达到中国的降幅。换句话说，如果中国最近的治污成果保持下去，中国人的预期寿命将增加 2.1 年，大于美国自 1970 年至今 1.6 年的预期寿命增幅，也远高于欧洲自 1998 年以来 9 个月的预期寿命增幅 (美国和欧洲的情况见下一部分)。同时，中国的污染水平下降了 39%，实际人均 GDP 却增长了 36%。

但中国政府深刻地认识到空气污染仍然是一个严重问题——2018 年的细颗粒物污染平均浓度仍然是世卫组织指导标准的三

¹³ 格林斯通及合著者，2020 年。

¹⁴ 该数据是利用 AQLI 指数的 PM_{2.5} 卫星数据计算得出的，与改进后的地面空气质量监测网观测到的 2013–2018 年期间全国范围的 41% 降幅非常相近。

图 10：2013–2018 年，对照世卫组织指导标准，细颗粒物浓度的变化导致预期寿命的变化

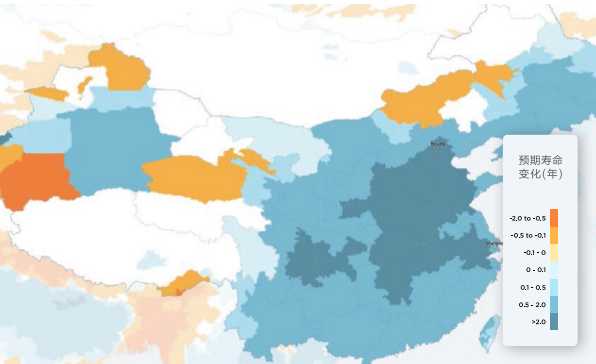
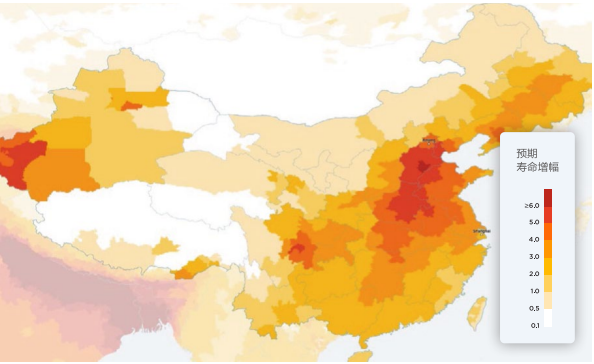


图 11：2018 年对照世卫组织指导标准损失的预期寿命



了解更多有关世界各地的政策措施如何成功减少污染的情况，请访问：<https://aqli.epic.uchicago.edu/policy-impacts/>

倍多。降低污染达到该标准后，中国人的预期寿命将增加 2.3 年 (见图 11)。河北省和河南省拥有中国大部分煤炭和钢铁工业基地，如果这两个省的污染下降到世卫组织指导标准，居民的预期寿命可望延长 5 年。

为了进一步改善空气质量，中国政府在 2018 年 7 月宣布了一项 2018–2020 年的新计划。¹⁵ 不符合 35µg/m³ 国家空气质量标准的地区须将细颗粒物污染浓度从 2015 年水平下降

18%。尽管全国目标低于 2013–2017 年的目标，但一些地级市在其五年计划中设定了更严格的目标。例如，北京市承诺到 2020 年将空气污染在 2015 年的基础上减少 30%。

¹⁵ 中国生态环境部，2018 年。

表 1. 人口最多的 10 个地级市

地级市	人口 (百万)	2013–2018 年		2018 年	
		PM _{2.5} 浓度的降幅	PM _{2.5} 浓度下降后 预期寿命的增幅	PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	PM _{2.5} 浓度进一步降至世 卫组织指导标准后预期寿 命的增幅
重庆	29.9	44%	2.5	33	2.3
上海	24.0	40%	2.0	30	1.9
北京	20.3	37%	2.7	46	3.5
成都	13.9	42%	3.4	48	3.7
天津	13.6	41%	3.5	51	4.0
广州	13.1	37%	1.5	26	1.6
保定	11.6	37%	3.3	58	4.7
哈尔滨	11.1	30%	1.4	33	2.3
苏州	10.8	41%	2.4	35	2.5
深圳	10.8	40%	1.4	21	1.1

第五部分：

美、欧、日等工业化国家几十年的治理取得了成效

在持续实施强有力的空气污染政策后，美国、欧洲和日本的细颗粒物污染显著减少，两地居民的生命因此延长。他们的经验提供了成功案例。

欧洲、日本和美国的人口占世界人口的 17%，但在细颗粒物污染造成的健康负担中所占比例约为 2%。但过去的情况并不是这样。伦敦曾经被称为“雾都”，洛杉矶被称为“世界烟雾之都”，大阪也是曾经的“雾都”，它们曾经遭受的污染程度与今天污染最严重的国家相同。

后来，许多污染产业转移到海外，重要的是实施了严格的空气污染政策，二者在清洁空气方面发挥了巨大作用。例如，美国于 1970 年颁布了《清洁空气法》。该法建立了国家环境空气质量标准 (NAAQS)，规定了细颗粒物和其他污染物的最大允许浓度，还制定了污染源排放标准，引导工厂安装污染控

制装置，并号召汽车制造商生产更加环保和节能高效的汽车。此外，该法要求每个州政府制定计划，确保达到并持续符合环保标准。

该法迅速改善了美国的空气质量。¹⁶ 到 1980 年，尽管 20 世纪 70 年代经济放缓起了部分作用，美国的细颗粒物排放量比

¹⁶ 自 1970 年以来，有几个可能影响空气污染的因素同时发挥了作用，但研究证明《清洁空气法》做出了巨大贡献。例如，夏皮罗和沃克 (Shapiro and Walker)(2018) 将 1990–2008 年期间制造厂排放量下降归结为以下几个因素：(1) 按照《清洁空气法》的环保要求使用减少污染的技术，(2) 美国制造品发生变化（即污染密集型产业外包），以及 (3) 生产效率提高。他们发现污染排放总量下降的主要原因是第 (1) 项。

图 12：1970–2018 年期间 PM_{2.5} 浓度变化导致美国人预期寿命的变化

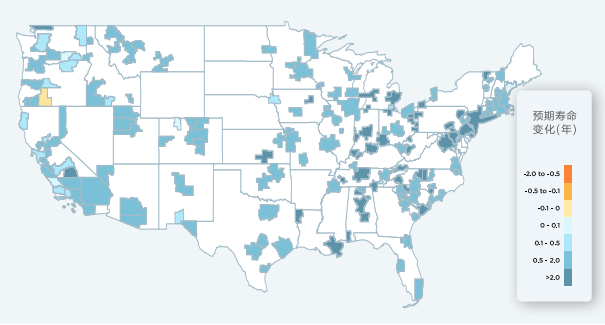


图 13：1998–2018 年期间欧洲 PM_{2.5} 浓度变化导致预期寿命的变化

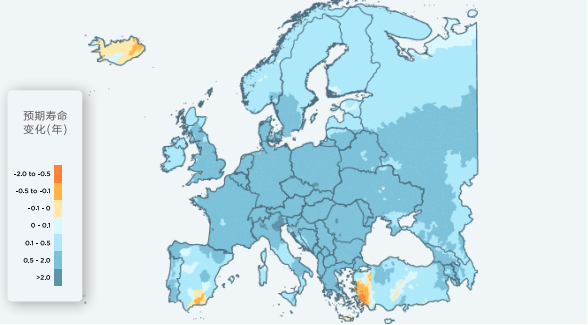
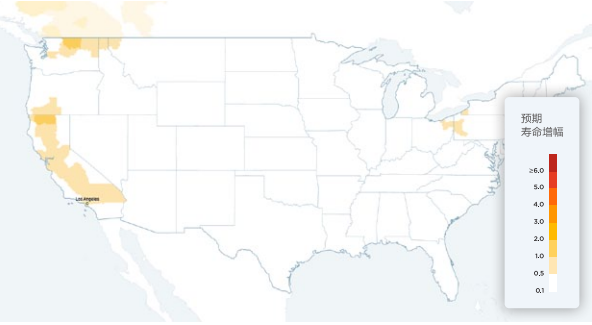


图 14：如 PM_{2.5} 浓度从 2018 年的水平永久降至世卫组织指导标准预期寿命的潜在增幅（在网站更新后用截图替换）



1970 年减少了 50%，环境二氧化硫（细颗粒物的前身）浓度下降了 44%。¹⁷ 如今，美国人遭受的细颗粒物污染比 1970 年平均下降了 66%。美国人的寿命因此延长了，从 1970 年至今，美国人的预期寿命平均增加了 1.6 年。¹⁸ 自 1970 年以来，前烟雾城洛杉矶的细颗粒物污染下降了近 60%，洛杉矶人的预期寿命平均延长了 1.4 年，费城人和华盛顿人的预期寿命增加了大约 2.7 年。

欧洲也有类似的经历。作为政策改进措施之一，欧盟在 20 世纪 90 年代中期成立了欧洲环境署，为决策者和社会提供独立的环境信息。在随后的几年里，欧盟设定了排放目标，制定了污染标准，并引入了一个全面的清洁空气计划，实施配套措施保证实现目标。欧盟的空气污染法规，例如燃料排放标准，已成为从阿根廷到印度再到土耳其等许多国家的环保标准的基础。

如今，欧洲的细颗粒物污染比 20 年前平均减少了 41%，欧洲人的预期寿命平均延长了 9 个月。在历史上污染越严重的地区，预期寿命的增幅越大。例如，在意大利北部的威尼托地区，居民的预期寿命增加了 2.3 年。在波兰南部的西里西亚省，预期寿命延长了 2 年。

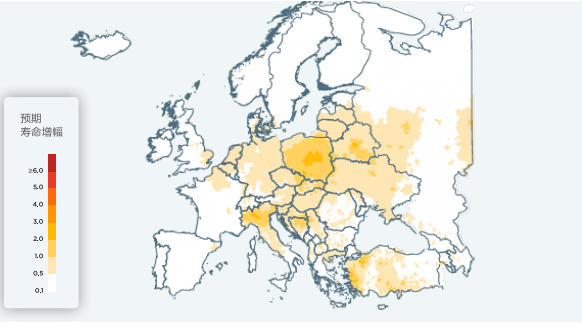
上世纪 90 年代，日本收紧了环境政策，颁布了《环境基本法》。这项新法律是对先前两项规定的改进，包括限制工业排放和建立环境污染控制计划等。2001 年，日本国家环境局被升格为环境部。

由于过去 20 年细颗粒物污染下降了 24%，日本人民现在生活得更健康、寿命更长。拥有 170 万人口的鹿儿岛县的污染状况得到了最大程度的改善，污染下降了 35%。由于这种改善，该地区居民的预期寿命延长了 8 个月。

¹⁷ 亨特和利利斯 (Hunt and Lillis)(1981)。

¹⁸ 这些估计值基于 236 个美国县的情况，而这些县在 1970 年的 PM_{2.5} 浓度是可以估计出的。关于如何估计 1970 年细颗粒物污染浓度和自 1970 年以来的预期寿命变化详情，请访问：aqli.epic.uchicago.edu/policy-impacts

图 15：1998–2018 年期间欧洲 PM_{2.5} 浓度变化导致预期寿命的变化



美国、欧洲和日本的空气质量有了巨大改善，虽然仍然存在进一步提高的潜力，但对健康的潜在好处集中在特定地区，而且平均潜力有限。在美国，11% 的人口生活在细颗粒物污染超过世卫组织指导标准的地区。加州中央谷的细颗粒物污染一直高于世卫组织指导标准和国家空气质量标准。如果空气质量保持在世卫组织指导标准之下，而不是 2018 年的水平（2018 年，加州山火肆虐导致了污染），该地区居民的预期寿命可延长 8 个月。在匹兹堡、宾夕法尼亚州和俄亥俄州东部的工业区，如果污染得到改善，居民的预期寿命将增加 2 个月。

欧洲的情况大致相似。近四分之三的人口仍生活在细颗粒物污染超过世卫组织 10µg/m³ 指导标准的地区：2018 年，欧洲的细颗粒物污染平均浓度为 12µg/m³，达到了欧盟 25µg/m³ 的空气质量标准，但低于世卫组织指导标准。如果细颗粒物浓度符合世卫组织指导标准，整个欧洲的平均预期寿命将提高 3 个月。

欧洲污染最严重的地区是欧洲大陆的东部，波兰、白俄罗斯、斯洛伐克、捷克共和国、斯洛文尼亚、匈牙利、立陶宛和拉脱维亚均不符合世卫组织指导标准。波兰是欧洲污染最严重的国家，华沙和罗兹周边地区的细颗粒物污染水平尤其高。如果污染得到改善，达到世卫组织指导标准，华沙居民的预期寿命将延长 1.2 年。西里西亚是波兰的煤矿工业中心，也是波兰污染第三严重的省份。尽管该地区的空气质量一直在改善，但如果细颗粒物污染能永久达到世卫组织指导标准，居民的平均预期寿命可增加 1 年。

在东欧以外的地区，例如意大利的波河平原（包括米兰）、土耳其的布尔萨工业中心等地，仍然存在高污染。在米兰和布尔萨，如果细颗粒物污染水平符合世卫组织指导标准，居民的预期寿命可延长 1.1 年。

在日本，90% 的人口生活在污染水平超过世卫组织指导标准的地区，约 40% 的人口生活在污染高于国家标准的地区。熊本市将从减少污染中受益最大，如果达到世卫组织指导标准，生活在那里的 70 万人将增加 1 年预期寿命。

结 论

空气质量寿命指数显示，细颗粒物污染是世界上人类健康的最大威胁。南亚一直是污染最严重的地区，对照世界卫生组织指导标准，该地区的预期寿命平均缩短了 **5** 年。在该地区污染最严重的地区——印度北部，预期寿命的降幅更大。南亚国家已经开始对污染的严重性给予应有的重视，但中非和西非国家在很大程度上仍未认识到污染问题，虽然污染对该地区预期寿命的影响与众所周知的疟疾和 **HIV** 病毒 / 艾滋病等健康威胁相当。与此同时，中国取得了飞速进步，在大约五年时间里使污染减少了约 **40%**，如果污染持续下降，中国人的寿命可以再延长 **2** 年。中国不仅与欧洲和美国等工业化国家一样制定了强力应对污染的政策，而且正以更快的速度取得进展。美国、欧洲、日本和中国为污染更严重的地区树立了持久的榜样，说明空气污染的威胁可以通过严格而持续的公共政策来解决。

附表

国家和地区	2018 年		如 PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数	
	PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织指导标准 10µg/m ³	国家标准

阿富汗	21	10	1.0	1.0
亚克罗提利与德凯利亚	9		0.0	
阿尔巴尼亚	11	15	0.2	0.0
阿尔及利亚	6		0.0	
美属萨摩亚	2		0.0	
安道尔	7	25	0.0	0.0
安哥拉	15		0.5	
安圭拉	3		0.0	
安提瓜和巴布达	2		0.0	
阿根廷	7	15	0.1	0.0
亚美尼亚	11		0.2	
阿鲁巴岛	3		0.0	
澳大利亚	5	8	0.0	0.0
奥地利	13	25	0.3	0.0
阿塞拜疆	8		0.0	
巴哈马	4		0.0	
巴林	19		0.9	
孟加拉国	73	15	6.2	5.7
巴巴多斯	3		0.0	
白俄罗斯	16	15	0.5	0.1
比利时	13	25	0.3	0.0
伯利兹	7		0.0	
贝宁	28		1.8	
不丹	34		2.3	
玻利维亚	12	10	0.2	0.2
波内赫、圣尤斯特歇斯和萨巴	2		0.0	
波斯尼亚和黑塞哥维那	15	25	0.5	0.0
博茨瓦纳	9		0.1	
巴西	9		0.1	
英属维尔京群岛	2		0.0	
文莱	15		0.5	
保加利亚	11	25	0.2	0.0
布基纳法索	9		0.1	
布隆迪	17		0.6	
柬埔寨	18		0.7	
喀麦隆	22	10	1.2	1.2
加拿大	9	10	0.1	0.1
佛得角	3		0.0	
中非共和国	28		1.8	

国家和地区	2018 年		如 PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数	
	PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织指导标准 10µg/m ³	国家标准

乍得	10		0.3	
智利	14	20	0.5	0.0
中国	34	35	2.3	0.5
圣诞岛	5		0.0	
哥伦比亚	23	25	1.3	0.2
科摩罗	3		0.0	
库克群岛	2		0.0	
哥斯达尼加	6		0.0	
克罗地亚	14	25	0.4	0.0
古巴	6		0.0	
库拉索	3		0.0	
塞浦路斯	10	25	0.1	0.0
捷克共和国	15	25	0.4	0.0
科特迪瓦	22		1.2	
刚果民主共和国	27		1.7	
丹麦	12	25	0.2	0.0
吉布提	13		0.3	
多米尼加	3		0.0	
多米尼加共和国	8	15	0.0	0.0
厄瓜多尔	13	15	0.3	0.1
埃及	13		0.3	
萨尔瓦多	10	15	0.1	0.0
赤道几内亚	22		1.1	
厄立特里亚	10		0.0	
爱沙尼亚	10	25	0.0	0.0
埃塞俄比亚	14		0.4	
福克兰群岛	2		0.0	
法罗群岛	2		0.0	
斐济	2		0.0	
芬兰	7	25	0.0	0.0
法国	10	25	0.1	0.0
法属圭亚那	8		0.0	
法属波利尼西亚	2		0.0	
法属南部领地	4		0.0	
加蓬	21		1.1	
冈比亚	7		0.0	
格鲁吉亚	9		0.1	
德国	12	25	0.2	0.0
加纳	26		1.6	
直布罗陀	8		0.0	
希腊	10	25	0.1	0.0

PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数					PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数					PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数					PM _{2.5} 浓度降至以下标准预期寿命延长的年数				
国家和地区	2018 年 PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织 指导标准 10µg/m ³	国家标准	国家和地区	2018 年 PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织 指导标准 10µg/m ³	国家标准	国家和地区	2018 年 PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织 指导标准 10µg/m ³	国家标准	国家和地区	2018 年 PM _{2.5} 浓度 (µg/m ³)	国家标准 (µg/m ³)	世卫组织 指导标准 10µg/m ³	国家标准
格林兰岛					马其顿					巴布亚新几内亚					苏里南				
格林纳达					马达加斯加					巴拉圭					斯威士兰				
瓜德罗普					马拉维					秘鲁					瑞典				
关岛					马来西亚					菲律宾					瑞士				
危地马拉					马里					波兰					叙利亚				
根西					马耳他					葡萄牙					圣多美和普林西比				
几内亚					马绍尔群岛					波多黎各					台湾				
几内亚比绍					马提尼克					卡塔尔					塔吉克斯坦				
圭亚那					毛里塔尼亚					刚果共和国					坦桑尼亚				
海地					毛里求斯					留尼汪					泰国				
洪都拉斯					马约特岛					罗马尼亚					东帝汶				
匈牙利					墨西哥					俄罗斯					多哥				
冰岛					密克罗尼西亚					卢旺达					托克劳				
印度					摩尔多瓦					圣赫勒拿					汤加				
印度尼西亚					摩纳哥					圣基茨和尼维斯					特立尼达和多巴哥				
伊朗					蒙古					圣卢西亚					突尼斯				
伊拉克					黑山					圣皮埃尔和密克隆					土耳其				
爱尔兰					摩洛哥					群岛					土库曼斯坦				
曼恩岛					莫桑比克					圣文森特和格林纳					特克斯和凯科斯群				
以色列					缅甸					丁斯					岛				
意大利					纳米比亚					圣马丁					图瓦卢				
牙买加					瑙鲁					萨摩亚					乌干达				
日本					尼泊尔					圣马力诺					乌克兰				
泽西					荷兰					沙特阿拉伯					阿拉伯联合酋长国				
约旦					新喀里多尼亚					塞内加尔					英国				
哈萨克斯坦					新西兰					塞尔维亚					美国				
肯尼亚					尼加拉瓜					塞舌尔					乌拉圭				
基里巴斯					尼日尔					塞拉利昂					乌兹别克斯坦				
科索沃					尼日利亚					新加坡					瓦努阿图				
科威特					纽埃岛					圣马丁岛					梵蒂冈城				
吉尔吉斯斯坦					诺福克岛					斯洛伐克					委内瑞拉				
老挝					朝鲜					斯洛文尼亚					越南				
拉脱维亚					北塞浦路斯					所罗门群岛					美属维京群岛				
黎巴嫩					北马里亚纳群岛					索马里					瓦利斯群岛和富图				
莱索托					挪威					南非					纳群岛				
利比里亚					阿曼					韩国					西撒哈拉				
利比亚					巴基斯坦					南苏丹					也门				
列支登士敦					帕劳					西班牙					赞比亚				
立陶宛					巴勒斯坦					斯里兰卡					津巴布韦				
卢森堡					巴拿马					苏丹					奥兰群岛				

参 考

Bangladesh Road Transport Authority. (2020, March 5). Number of registered vehicles in whole BD. <https://brta.portal.gov.bd/site/page/74b2a5c3-60cb-4d3c-a699-e2988fed84b2/Number-of-registered-Vehicles-in-Whole-BD>

BP. (2019) BP energy outlook – 2019: insights from the Evolving transition scenario – Africa. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019-region-insight-africa.pdf>

Chen, Y., Ebenstein, A., Greenstone, M., & Li, H. (2013). Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China’s Huai River policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(32), 12936–12941.

China Ministry of Ecology and Environment. (2018, July 13). The State Council rolls out a three- year action plan for clean air. http://english.mee.gov.cn/News_service/news_release/201807/t20180713_446624.shtml

Dieleman, J. L., Haakenstad, A., Micah, A., Moses, M., Abbafati, C., Acharya, P., ... & Alizadeh-Navaei, R. (2018). Spending on health and HIV/AIDS: domestic health spending and development assistance in 188 countries, 1995–2015. *The Lancet*, 391(10132), 1799–1829.

Ebenstein, A., Fan, M., Greenstone, M., He, G., & Zhou, M. (2017). New evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China’s Huai River Policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10384–10389.

Global Burden of Disease Collaborative Network. (2018). Global Burden of Disease Study 2017 burden by risk 1980–2017 [Data set]. Institute for Health Metrics and Evaluation. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Global Burden of Disease Collaborative Network. (2018). Global Burden of Disease Study 2017 cause- specific mortality 1980–2017 [Data set]. Institute for Health Metrics and Evaluation. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Greenstone, M., He, G., Jia, R., and Liu, T. (2020). Can technology solve the principal- agent problem? Evidence from China’s War on Pollution. *Mimeo*graph.

Haakenstad, A., Harle, A. C., Tsakalos, G., Micah, A. E., Tao, T., Anjomshoa, M., ... & Mohammed, S. (2019). Tracking spending on malaria by source in 106 countries, 2000–16: an economic modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*, 19(7), 703–716.

Huijnen, V., Wooster, M. J., Kaiser, J. W., Gaveau, D. L., Flemming, J., Parrington, M., ... & Van Weele, M. (2016). Fire carbon emissions over maritime southeast Asia in 2015 largest since 1997. *Scientific reports*, 6, 26886.

Hunt, W.F., & Lillis, E.J. (1981). 1980 ambient assessment – air portion. US Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-11/documents/trends_report_1980.pdf

India Ministry of Statistics and Programme Implementation. (2017). Motor vehicles – Statistical year book India 2017. <http://mospi.nic.in/statistical-year-book-india/2017/189>

Pakistan Bureau of Statistics. (2006). Pakistan statistical pocket book 2006. <http://www.pbs.gov.pk/content/pakistan-statistical-pocket-book-2006>

Pakistan Today. (2019, June 16). Registered vehicles in Pakistan increased by 9.6% in 2018. <https://profit.pakistantoday.com.pk/2019/06/16/registered-vehicles-in-pakistan-increased-by-9-6-in-2018/>

Shapiro, J. S., & Walker, R. (2018). Why is pollution from US manufacturing declining? The roles of environmental regulation, productivity, and trade. *American Economic Review*, 108(12), 3814–54.

Straits Times. (2015, October 5). Almost 7,000 schools in Malaysia closed due to haze; four million students affected. <https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/almost-7000-schools-in-malaysia-closed-due-to-haze-four-million-students-affected>

Taylor, M. (2019, March 19). Asia's coal addiction puts chokehold on its air-polluted cities. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-asia-pollution-coal/asias-coal-addiction-puts-chokehold-on-its-air-polluted-cities-idUSKCN1R103U>

UNICEF. (June 2019). Silent Suffocation in Africa. <https://www.unicef.org/media/55081/file/Silent%20suffocation%20in%20africa%20air%20pollution%202019%20.pdf>

US Energy Information Administration. (n.d.). International: Electricity [Data set]. <https://www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-generation>

World Bank. (2020). GDP per capita (constant 2010 US\$) - China [Data set]. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD>

Zhang, X. (2016). Emission standards and control of PM_{2.5} from coal- fired power plant. International Energy Agency Clean Coal Centre. <https://www.iea-coal.org/report/emission-standards-and-control-of-pm2-5-from-coal-fired-power-plant-ccc-267/>

作 者



迈克尔·格林斯通 (Michael Greenstone)

迈克尔·格林斯通是芝加哥大学米尔顿·弗里德曼杰出讲席经济学教授，任教于芝加哥大学本科生学院和哈里斯学院，是贝克尔·弗里德曼研究所 (Becker Friedman Institute) 和跨学科能源政策研究所所长。格林斯通的研究影响了全球的政策，主要致力于揭示环境质量和社会的能源选择所带来的益处和成本。作为奥巴马总统经济顾问委员会的首席经济学家，他作为领导者参与了美国政府碳排放社会成本的开发。20 多年来，他一直在研究细颗粒物污染对人类健康的影响，包括对人类长期受细颗粒物污染的影响与预期寿命之间的因果关系进行合理量化研究。这些研究是编制空气质量寿命指数的依据。



范晴 (Claire)

范晴 (Claire) 是芝加哥大学能源政策研究所迈克尔·格林斯通所长的博士先修研究员，从事各种能源和环境经济学项目。2018 年，她从加州波莫纳学院 (Pomona College) 获得数学学士学位，辅修经济学。在波莫纳学院期间，范晴在印度旁遮普省的农业社区进行了一项关于人们对可持续农业态度的实地研究，并从事应用数学和社会企业经济学的研究。范晴关注环境和发展经济学的交叉领域，包括气候变化以及粮食和农业的社会影响。

关于空气质量寿命指数

空气质量寿命指数 (AQLI™) 将颗粒物污染浓度转化为人们预期寿命的增减。它可以可靠测算, 在污染浓度水平下降到符合世界卫生组织标准、国家标准或其他标准时人们预期寿命可能延长的年限。

与大多数关于空气污染与人体健康关系的研究不同, AQLI 反映长期空气污染对健康的影响, 并有效隔绝了其他影响因素。常用的空气质量指数 (AQI) 是计算空气污染浓度的复杂函数, 不能直接反映对健康的影响, 因此 AQLI 可以作为 AQI 的重要补充。

aqli.epic.uchicago.edu @UChiEnergy #AQLI

关于 EPIC

芝加哥大学能源与环境政策研究所 (EPIC) 致力于解决全球能源挑战, 确保能源市场能供应可靠、可承担的能源, 同时减少能源对环境和社会的损害。我们采用一种独特的跨学科方法, 通过对下一代全球能源领导者进行战略性的宣导和培训, 将强大的、数据为导向的研究转化为对现实世界的影响。

epic.uchicago.edu @UChiEnergy /UChicagoEnergy