

十年清洁空气之路 中国与世界同行

CHINA'S 10-YEAR PATH TOWARD CLEANER AIR:
AN ASIAN PERSPECTIVE

2022

大气中国报告特别篇

CHINA AIR SPECIAL ISSUE

关于亚洲清洁空气中心

亚洲清洁空气中心 (Clean Air Asia, 简称 CAA) 是一家国际非营利性环保公益组织, 致力于改善亚洲区域空气质量, 打造健康宜居的城市。

CAA 成立于 2001 年, 总部位于菲律宾马尼拉, 在中国北京和印度德里设有办公室。CAA 建立的亚洲国家网络覆盖六个国家, 包括印度尼西亚、马来西亚、尼泊尔、菲律宾、斯里兰卡和越南。

CAA 自 2002 年起在中国开展工作, 专注于空气质量、绿色交通和能源转型。2018 年 3 月 12 日, CAA 获得北京市公安局颁发的《境外非政府组织代表机构登记证书》, 在北京设立亚洲清洁空气中心 (菲律宾) 北京代表处, 在公安部及业务主管单位生态环境部的指导下开展工作。

报告团队

审稿人

付璐 博士 北京代表处首席代表

撰稿人

万薇 博士 中国区项目总监

张伟豪 空气质量项目主管

成慧慧 交通项目主任

王秋怡 分析师

王思 环境研究员

夏冬飞 交通项目主管

王悦 高级交通研究员

冉铮 交通研究员

袁楠 博士 高级环境研究员

支持人员

刘明明 传播项目主任

李宏超 传播官员

数据支持

Kathleen Dematera-Contreras, 亚洲清洁空气中心 (菲律宾) 交通主管

Everlyn Tamayo, 亚洲清洁空气中心 (菲律宾) 空气质量专家
Devina Anasruron, 亚洲清洁空气中心 (印度尼西亚) 协调员

卞蕾 亚洲清洁空气中心 项目顾问

吕文雯 亚洲清洁空气中心 实习生

李沛育 亚洲清洁空气中心 实习生

姚雅慧 亚洲清洁空气中心 实习生

Don S. Jayaweera, 斯里兰卡政府 交通经济学家

Amal S. Kumarage, 斯里兰卡莫拉图瓦大学 教授

Thusitha Sugathapala, 斯里兰卡莫拉图瓦大学 高级讲师

致谢

亚洲清洁空气中心团队多年来在《大气中国》系列报告的开发、编制和发布过程中得到了中国工程院院士、清华大学环境学院贺克斌教授, 北京大学环境科学与工程张世秋教授的大力帮助、悉心指导和宝贵建议, 在此表示衷心感谢。报告团队亦感谢以下专家在报告审阅、数据解读和分析方面提供的帮助和指导。

丁焰 国家环境保护机动车污染控制与模拟重点实验室 主任

范永斌 中国水泥协会 副秘书长

江涵 全球能源互联网发展合作组织 研究员

雷宇 生态环境部环境规划院大气所 所长

刘涛 冶金工业规划研究院环保中心 主任

倪红 中国环境科学研究院机动车排污监控中心 研究员

同丹 清华大学地球系统科学系 助理教授

王人洁 交通运输部规划研究院环境资源所 主任工程师

王志轩 中国电力企业联合会专家委员会 副主任委员

吴烨 清华大学环境学院 教授

徐洪磊 交通运输部规划研究院 副院长

薛涛 北京大学公共卫生学院 助理教授

薛建明 国家能源集团科学技术研究院 教授级高工

张少君 清华大学环境学院 助理教授

(* 按姓名拼音排序)

目录

报告范围	1
报告要点	2
空气质量	4
空气污染物排放	16
温室气体排放	22
能源	32
交通运输	44
重点工业行业	68
参考文献	74

图表目录

图 1.1 2013–2021 年中国 GDP、能源消费量、民用汽车保有量与空气污染物浓度变化情况	5
图 1.2 2019 年各国 PM _{2.5} 暴露浓度与人均 GDP	6
图 1.3 2021 年主要城市 PM _{2.5} 浓度和 2018–2021 年间改善比例	7
图 1.4 1990–2019 年各国 PM _{2.5} 暴露浓度与排名	8
图 1.5 1990–2019 年各国臭氧季 O ₃ 暴露浓度与排名	10
图 1.6 各国空气质量标准包含的污染物指标	12
图 1.7 各国 PM _{2.5} 年均浓度标准限值和 2021 年监测浓度	14
图 1.8 各国 PM _{2.5} 24 小时浓度标准限值	15
图 1.9 各国 PM ₁₀ 年均浓度标准限值	15
图 1.10 各国 SO ₂ 24 小时浓度标准限值	15
图 1.11 各国 PM ₁₀ 24 小时浓度标准限值	15
图 1.12 各国 NO ₂ 24 小时浓度标准限值	15
图 1.13 各国 NO ₂ 小时浓度标准限值	15
图 1.14 各国 NO ₂ 年均浓度标准限值	15
图 1.15 各国 O ₃ 8 小时浓度标准限值	15
图 2.1 2011–2021 年中国工业增加值、能源消费量、民用汽车保有量与大气污染物排放量变化情况	17
图 2.2 2011–2019 年各国单位 GDP SO ₂ 排放量变化趋势	18
图 2.3 2011–2019 年各国单位 GDP NO _x 排放量变化趋势	19
图 2.4 2011–2019 年各国单位 GDP SO ₂ 排放量与排名	20
图 2.5 2011–2019 年各国单位 GDP NO _x 排放量与排名	21
图 3.1 2011–2020 年中国 CO ₂ 排放量、人均 CO ₂ 排放量与单位 GDP 排放量变化情况	23
图 3.2 1990–2020 年各国 CO ₂ 排放量与排名	24
图 3.3 1990–2020 年各国人均 CO ₂ 排放量与排名	26
图 3.4 1990–2020 年各国单位 GDP CO ₂ 排放量与排名	28

图 3.5 1990–2020 年各国 CO ₂ 分部门排放结构变化趋势	30
图 3.6 各国降碳目标	31
图 4.1 2010–2019 年中国一次能源消费量、单位 GDP 能耗、煤炭消费量占比变化趋势	33
图 4.2 1990–2019 年各国一次能源消费量变化趋势与排名	34
图 4.3 1990–2019 年各国人均能源消费量变化趋势与排名	36
图 4.4 1990–2019 年各国单位 GDP 能耗变化趋势与排名	38
图 4.5 1990–2019 年各国能源生产结构变化趋势	40
图 4.6 1990–2019 年各国能源消费结构变化趋势	41
图 4.7 1990–2019 年各国电力装机结构变化趋势	42
图 4.8 各国电力行业火电厂现行大气污染物排放限值	43
图 4.9 中国电力行业污染物排放限值升级历程	43
图 5.1 2010–2018 年中国机动车保有量、大气污染物与温室气体排放量变化情况	45
图 5.2 2005–2021 年各国汽车销量与排名	46
图 5.3 2005–2020 年各国汽车保有量与排名	48
图 5.4 各国千人汽车保有量	48
图 5.5 2011–2021 年主要国家新能源乘用车销量与排名	50
图 5.6 2021 年全球新能源乘用车销量及区域分布	50
图 5.7 2021 年全球新能源乘用车销量渗透率	51
图 5.8 中、欧、美轻型车排放限值演变历程（以汽油乘用车为例）	52
图 5.9 中、欧、美、日轻型车排放标准升级时间轴（以汽油乘用车为例）	52
图 5.10 部分国家/地区轻型车现行排放限值（以汽油乘用车为例）	54
图 5.11 亚洲国家参考的排放法规体系及现行排放阶段（以汽油乘用车为例）	55
图 5.12 中、欧、美重型车排放限值演变历程（以重型柴油车为例）	56
图 5.13 中、欧、美、日重型车排放标准升级时间轴（以重型柴油车为例）	56
图 5.14 部分国家/地区重型车现行排放限值（以重型柴油车稳态工况法限值为例）	58
图 5.15 亚洲国家参考的排放法规体系及现行排放阶段（以重型柴油车为例）	59
图 5.16 各国现行车用汽油和车用柴油硫含量	60
图 5.17 中、日、美、欧车用燃油硫含量限值加严历程	61
图 5.18 船舶排放控制区示意图	62
图 5.19 远洋船舶燃油硫含量升级历程	64
图 5.20 IMO 远洋船舶氮氧化物排放控制历程	66
图 5.21 IMO 远洋船舶氮氧化物排放限值	66
图 5.22 中、欧、美的国内航行船舶发动机大气污染物排放限值	67
图 6.1 2011–2019 年中国粗钢产量和钢铁行业大气污染物排放量	69
图 6.2 2012–2020 年中国水泥产量和水泥行业大气污染物排放量	69
图 6.3 1990–2020 年各国产业结构变化趋势	70
图 6.4 各国钢铁行业现行大气污染物排放限值	72
图 6.5 中国钢铁行业大气污染物排放限值升级历程	72
图 6.6 各国水泥行业现行大气污染物排放限值	73
图 6.7 中国水泥行业大气污染物排放限值升级历程	73



报告范围

本报告是《大气中国》系列报告的特别篇，通过指标图集的方式呈现了中国过去（特别是关键十年）在清洁空气与气候变化领域的进展和成绩，并通过与东亚、南亚、东南亚国家、以及欧美典型国家对比，提供互鉴，并识别未来的改进方向。报告团队希望此系列报告发挥好桥梁的作用，促进亚洲国家和城市之间先进管理经验和最佳实践的交流与应用，帮助面临严峻挑战的国家和城市找到适合各自国情的减排和发展路径。

本期报告覆盖了六组指标，包括空气质量、空气污染物排放、温室气体排放、能源、交通运输和重点工业行业。

报告团队将在后续推出报告网站、在线数据平台、专题解读等多种知识产出，并保持报告及相关产出的开放性，与合作方一起持续开发和更新相关内容，不断提升和完善报告，促进成果共享。

报告覆盖国家范围如下表：

地区	国家
东亚	中国
	日本
	韩国
	蒙古
南亚	印度
	巴基斯坦
	孟加拉国
	斯里兰卡
	尼泊尔
	新加坡
东南亚	菲律宾
	马来西亚
	泰国
	越南
	印度尼西亚
	柬埔寨
美洲	缅甸
	美国
欧洲	英国
	德国

报告中进行国家之间比较时，仅在上述国家范围内比较，除非另做说明。

报告要点

亚洲地理面积占全球 30%，居住着世界上 60% 的人口，是世界经济增长的重要引擎。很多亚洲发展中国家仍处于快速城市化、工业化和机动化的进程之中，同时面临着空气污染控制和温室气体减排的巨大挑战。

中国是全球第一人口大国，也是亚洲最大经济体，持续改善空气质量和减少温室气体排放不仅可以惠及本国，对于亚洲区域甚至全球的意义都十分重大。过去十年间，中国的经济发展模式逐步从粗放式发展转向高质量的绿色发展，在大气污染防治和气候变化应对方面取得了积极的进展。2020 年，中国宣布碳达峰、碳中和目标，为持续的空气质量改善注入了新动能。

然而，对比欧美和亚洲发达国家的发展历程和现状，中国和其他亚洲发展中国家在实现清洁空气和低碳发展的道路上任重道远。

基于空气质量、空气污染物排放、温室气体排放、能源、交通运输和重点工业行业等关键指标的数据、信息梳理和分析，报告主要发现如下。

中国成为世界上空气质量改善最快的国家，部分南亚国家仍面临经济发展与空气污染的双重挑战

过去十年，中国在保持经济持续增长的同时，实现了空气质量快速改善。2013-2021 年，中国整体 PM_{2.5} 年均浓度下降约 56%，国内生产总值（GDP）保持了平均 6.6% 的高增长率，是发展中经济体平均增长速率的近两倍。从各国超大城市的空气质量变化趋势来看，2018-2021 年间，PM_{2.5} 浓度三年滑动平均值改善比例超过 10% 的城市中，有六成是中国城市。

亚洲与欧美各国人均 GDP 与 PM_{2.5} 暴露浓度之间的关系符合环境库茨涅茨倒 U 型曲线假说的规律。经济发展进入“高阶”水平的国家环境质量较好，反之，收入水平较低的发展中国家环境质量较差。中国人均 GDP 突破了一万美元大关，实现“拐点”跨越，进入经济发展与环境质量改善“双赢”的状态。而南亚部分国家，仍然面临经济发展与空气污染的双重挑战，包括印度、尼泊尔、孟加拉国与巴基斯坦。

中国排放控制标准快速跃升至世界先进水平，使得主要空气污染物排放强度大幅下降

与欧美和亚洲发达国家和地区相比，中国在电力、交通、重点工业行业的污染控制上起步整体较晚，但发展快速。当前，中国多项排放标准已经处于世界最严水平，从“跟跑”转变为“领跑”；而亚洲发展中国家的控制水平参差不齐，整体落后于发达国家。以轻型汽车排放标准为例，中国、韩国、日本、印度、新加坡轻型车排放限值较为严格，而部分亚洲发展中国家仍实施欧二、欧三排放限值；以燃油硫含量限值为例，中国在 2017 年将柴油和汽油硫含量均降低到 10ppm，缅甸和印度尼西亚等亚洲国家部分燃油硫含量仍为 500ppm，落后于欧美 20 多年。可喜的是，近年来一些亚洲国家已经跨越式进阶到更严格的排放限值，如印度从欧四跨越到欧六、尼泊尔从欧一跨越到欧三、印度尼西亚从欧二跨越到欧四。

2011-2020 年，得益于一系列排放控制政策措施的出台和有效执行，中国在能源消耗量、工业增加值和机动车保有量均持续稳步增长的同时，实现了主要大气污染物排放量快速下降。欧美和亚洲发达国家每一千美元 GDP 的 SO₂ 排放量已低于 0.5kg，NO_x 排放量低于 1kg，而中国通过十年的减排努力，与发达国家的差距已大幅缩小。但是，多数亚洲发展中国家的单位 GDP 排放仍然较高，其中蒙古的情况最为不利。

中国环境空气质量标准发挥了积极引领作用，继续“提标”可以进一步保护公众健康

中国现行标准对于空气质量改善起到了积极的引领作用，当前全国开展 PM_{2.5} 监测的城市年均浓度平均值已经低于标准限值。但是，中国 PM_{2.5} 年均浓度标准限值是参考 WHO 最为宽松的过渡阶段目标，是 WHO 指导值的 7 倍，且经人口加权的 PM_{2.5} 暴露浓度是欧美发达国家的 3-4 倍。通过“提标”和持续改善空气质量，可以进一步保护公众健康，特别是包括老年人、儿童等易感人群的健康，这对处于人口老龄化进程中的中国来说至关重要。

值得关注的是，有近一半的亚洲国家当前空气质量不能达到当地标准。尽管巴基斯坦、孟加拉国、缅甸等国家设置了较为严格的限值，但实际超标严重。

中国碳排放强度显著下降，发展中的亚洲各国碳减排任务艰巨

作为全球碳排放第一的大国，中国在谋求发展的同时将温室气体排放控制作为重要目标。伴随经济快速发展和能源消费不断增加，中国 CO₂ 排放量持续上升，每年排放高达百亿吨，约占全球总量的 1/3，超过了其他所有亚洲国家排放的总和。在“十二五”和“十三五”规划阶段，中国分别提出单位 GDP CO₂ 排放下降 17% 和 18% 的目标。通过能源结构与产业结构调整、节能与能效提升等多种方式，中国过去十年实现了碳排放强度下降 1/3 左右。

在全球迈向碳中和与净零排放的趋势下，中国和众多亚洲国家都宣布了脱碳目标。然而世界能源消费约 1/3 发生在亚洲，约 1/2 的 CO₂ 排放量由亚洲贡献，发展中的亚洲各国面临的减排任务十分艰巨。日本、美国、英国、德国已经实现了碳达峰，而亚洲发展中国家仍在“爬坡”，其中快速发展中的越南总排放量不断跃升。特别是中国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家承诺的时间，需要付出艰苦努力，才能在这一赛道续写“中国速度”的传奇。

多数亚洲国家对化石能源依赖度较高，中、印、蒙煤炭消费比重均超过一半

中国在能源消费量不断增长的同时，能源消费结构持续优化。作为全球煤炭消费第一大国，中国的煤炭消费比重在 2013 年以后持续下降，2019 年煤炭消费比重比 2010 年累计下降 10% 以上，但整体能源结构仍然以煤炭为绝对主导。

多数亚洲发展中国家对化石能源依赖度较高，中国、蒙古、印度的煤炭消费比重都超过一半，而东南亚国家对石油的依赖明显，比例在 28%-86% 之间。并且，菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、越南等国家在近年石油储量下降的情况下，煤炭或天然气的生产占比有所增加，印尼逐渐发展为煤炭生产占主导的产能格局，可再生能源的生产份额并没有明显提高。部分欧美发达国家正在逐步转向生产和使用可再生能源和清洁能源。

中国新能源车发展遥遥领先，亚洲的汽车能源转型前景广阔

中国是全球汽车新车销量和保有量最大的国家。2010-2020 年间，中国机动车保有量年均增速达到 13.8%，千人汽车保有量达到 199 辆，略超全球平均水平。伴随汽车市场需求持续走高，中国交通领域的减污降碳任务十分艰巨，很大程度上激发了新能源汽车的增长。2011-2021 年，中国新能源乘用车的年均复合增长达到 91.3%，大幅高于全球整体增速。自 2015 年起，中国成为全球第一大新能源乘用车市场，占全球新能源乘用车市场一半的份额。

2021 年，全球新能源乘用车占乘用车销量的比例达到了 11.7%，主要推广阵地集中在北美、欧洲和中国，其中，中国新能源乘用车占乘用车销量的比例约为 15.5%，高于全球均值。多数亚洲国家的新能源汽车推广尚处于起步阶段，但已相继提出了中长期的新能源汽车发展目标，汽车能源转型未来发展前景广阔。

空气质量

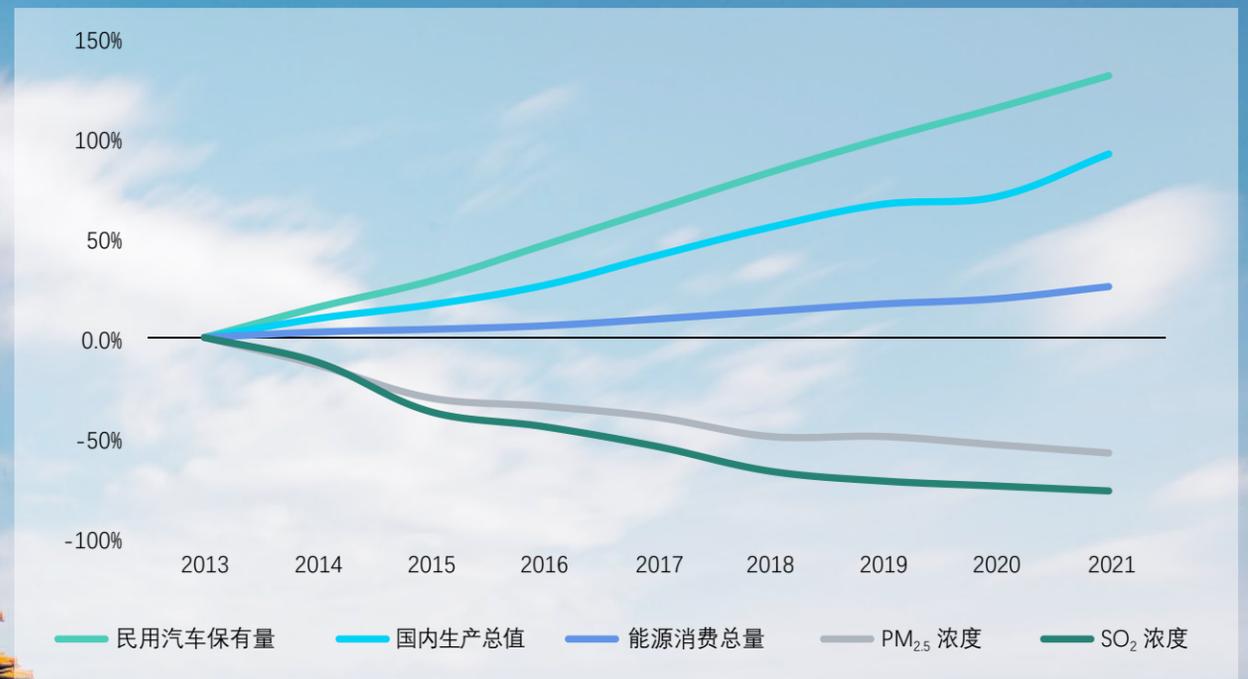


图 1.1 2013-2021 年中国 GDP、能源消费量、民用汽车保有量与空气污染物浓度变化情况

数据来源：2014-2022 年历年中国统计年鉴

为了保护公众健康，中国向空气污染宣战。自 2013 年《大气污染防治行动计划》实施以来，中国在国民经济和工业化、城镇化保持快速发展的情况下，实现了整体空气质量的显著改善。

2013-2021 年，中国整体 PM_{2.5} 年均浓度下降约 56%，SO₂ 年均浓度下降约 78%，中国已成为世界上空气质量改善最快的国家。这期间中国国内生产总值（GDP）保持了平均 6.6% 的高增长率，是发展中经济体平均增长速率的近两倍；能源消费量和民用汽车保有量分别上升了 25.7% 和 132.2%。

亚洲与欧美各国人均 GDP 与 PM_{2.5} 暴露浓度之间的关系符合环境库茨涅茨“倒 U 型”曲线假说的规律。经济发展进入“高阶”水平的国家环境质量较好，反之，收入水平较低的发展中国家环境质量较差。

过去十年间，中国人均 GDP 突破了一万美元大关，实现“拐点”跨越，进入经济发展与环境质量改善“双赢”的状态。而南亚部分国家，仍然面临经济发展与空气污染的双重挑战，包括印度、尼泊尔、孟加拉国与巴基斯坦。

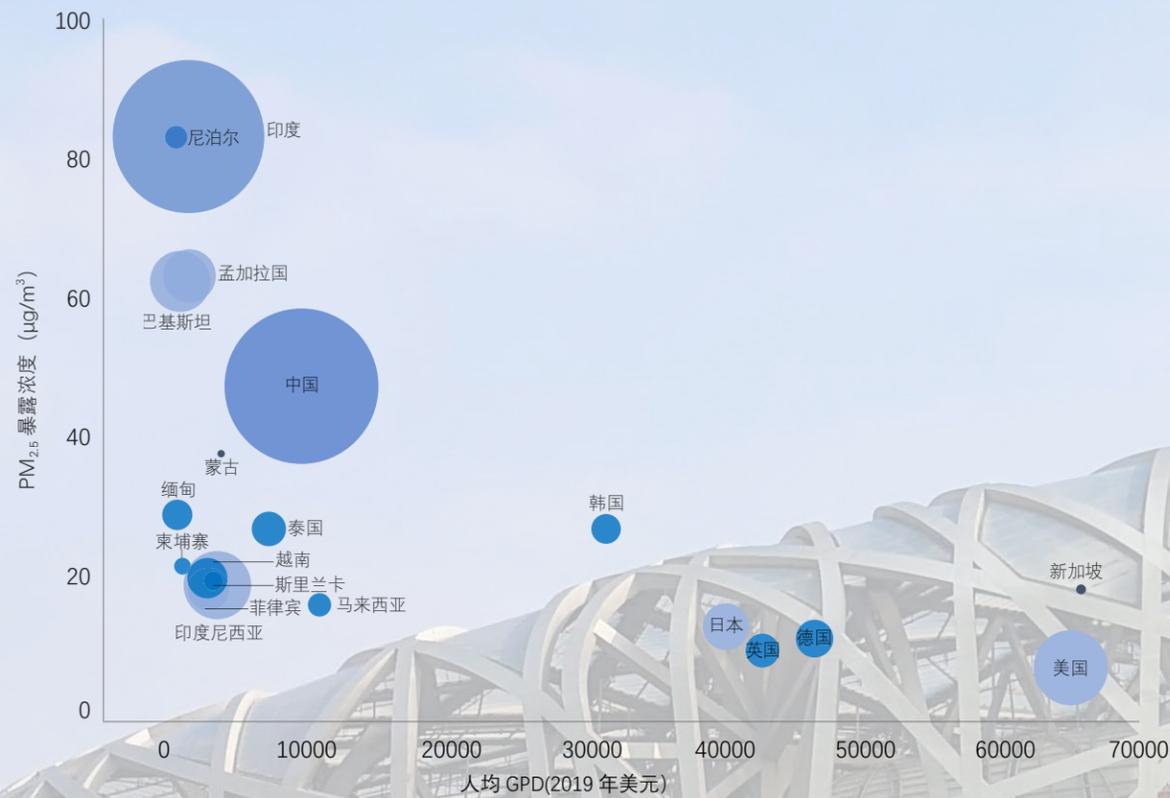


图 1.2 2019 年各国 PM_{2.5} 暴露浓度与人均 GDP

注：人均 GDP 使用 2019 年美元价衡量，气泡大小代表各国人口数量。

数据来源：Global Burden of Disease Study 2019, World Development Indicators 数据库

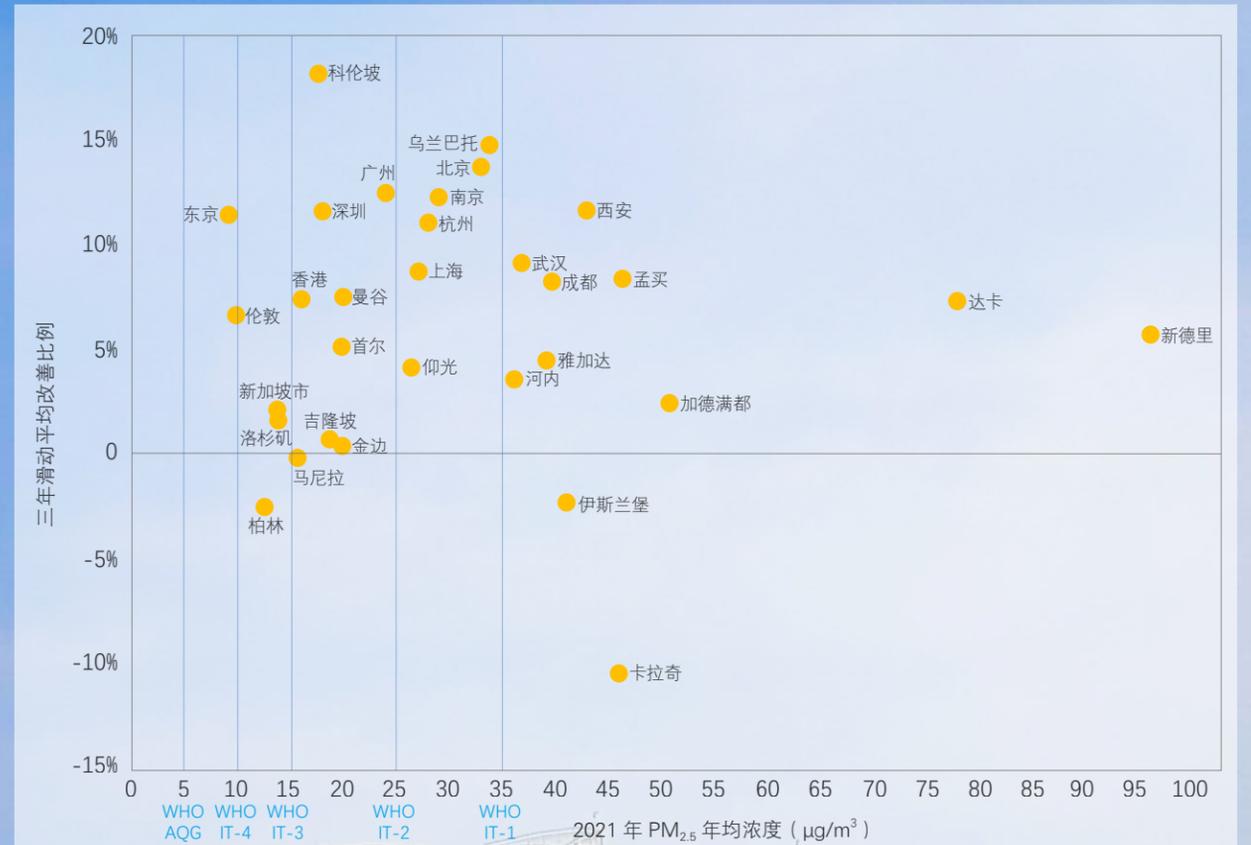


图 1.3 2021 年主要城市 PM_{2.5} 浓度和 2018-2021 年间改善比例

注：本图中改善比例采用三年滑动平均值改善比例，即 2019-2021 三年浓度均值相比 2018-2020 三年浓度均值的改善比例。

数据来源：IQAir 历史空气质量数据库

当前，各国超大城市的空气质量水平整体向好，东亚国家特别是中国的城市表现突出。2018-2021 年间，PM_{2.5} 浓度的三年滑动平均值改善比例超过 10% 的 9 个城市中有 8 个位于东亚地区，其中 6 个是中国城市。

印度首都新德里、孟加拉国首都达卡的 PM_{2.5} 浓度远高于其它超大城市。巴基斯坦城市卡拉奇浓度上升幅度最大（超过 10%），首都伊斯兰堡空气质量也在恶化。

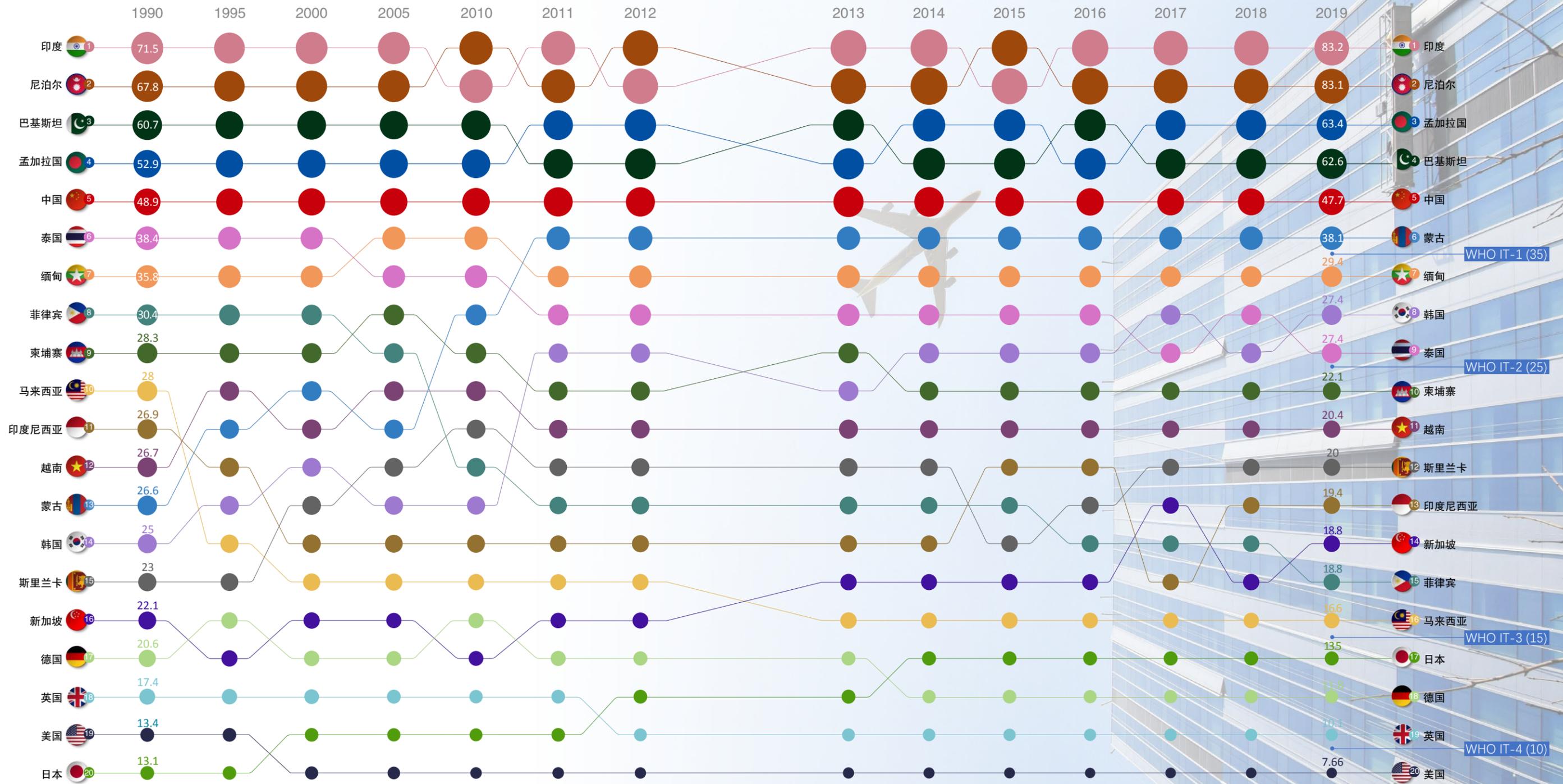


图 1.4 1990-2019 年各国 PM_{2.5} 暴露浓度与排名

注：图中浓度采用经人口加权的平均浓度（单位：µg/m³）

数据来源：Global Burden of Disease Study 2019

尽管自 2013 年以来中国的 PM_{2.5} 浓度水平降幅显著，但当前的浓度水平仍处于高位，经人口加权的 PM_{2.5} 暴露浓度是欧美发达国家的 3~4 倍，仍有较大改善空间。

除了中国，尚未实现 WHO 第一阶段过渡目标（IT-1，PM_{2.5} 年均浓度 35µg/m³）的亚洲国家还包括空气质量多年未见改善的南亚国家印度、尼泊尔、孟加拉国、巴基斯坦，以及仍在持续恶化的蒙古。

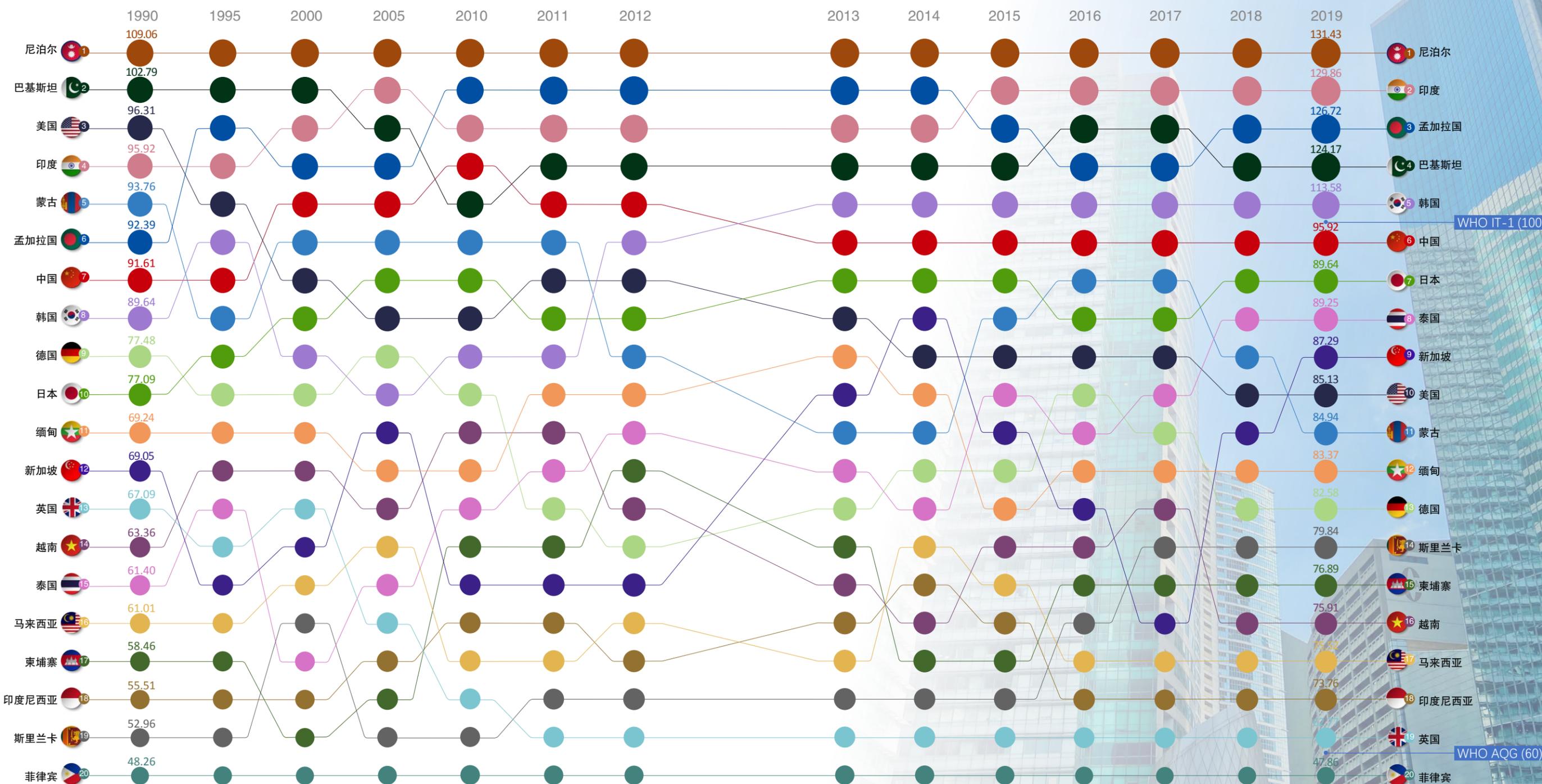


图 1.5 1990-2019 年各国臭氧季 O₃ 暴露浓度与排名

注：臭氧季是每年中 O₃ 浓度最高的连续六个月，图中浓度采用经人口加权的平均浓度（单位：μg/m³）
 数据来源：Global Burden of Disease Study 2019

PM_{2.5} 浓度较高的国家往往也面临 O₃ 污染问题，主要集中在南亚地区。中国 and 同处东亚地区的日本、韩国当前臭氧季 O₃ 浓度水平较为接近，与 WHO 臭氧季浓度第一阶段过渡目标（WHO IT-1, 100μg/m³）相当。

值得注意的是，近年来臭氧季 O₃ 浓度水平上升是各国的普遍趋势，过去十年恶化较为显著的是印度、韩国、新加坡、斯里兰卡，最大增幅超过了 30%。

	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	Pb	TSP	B[a]P	NOx	NH ₃	C ₆ H ₆	As	Ni	Cd	C ₂ HCl ₃	C ₂ Cl ₄	CH ₂ Cl ₂	C ₃ H ₃ Cl	CHCl ₃	1,2-二氯丙烷	PAH	1,3-丁二烯	1,2-二氯乙烯	CS ₂	NMHC
中国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
日本	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
韩国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
蒙古	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
印度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
巴基斯坦	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
孟加拉国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
斯里兰卡	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
尼泊尔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
新加坡	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
菲律宾	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
马来西亚	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
泰国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
越南	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
印度尼西亚	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
柬埔寨	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
缅甸	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
美国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
英国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
德国	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

图 1.6 各国环境空气质量标准包含的污染物指标

注：✓代表设有该指标，×代表不设该指标。

数据来源：各国官方发布的环境空气质量标准，详见参考文献

为了改善空气质量，保护公众健康，多数亚洲国家参考 WHO 的 AQGs 设置了国家标准，包括选取 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO、O₃、Pb 等主要空气污染物，并参考 WHO 的过渡目标值设置 PM_{2.5}、O₃ 等主要污染物的标准限值。

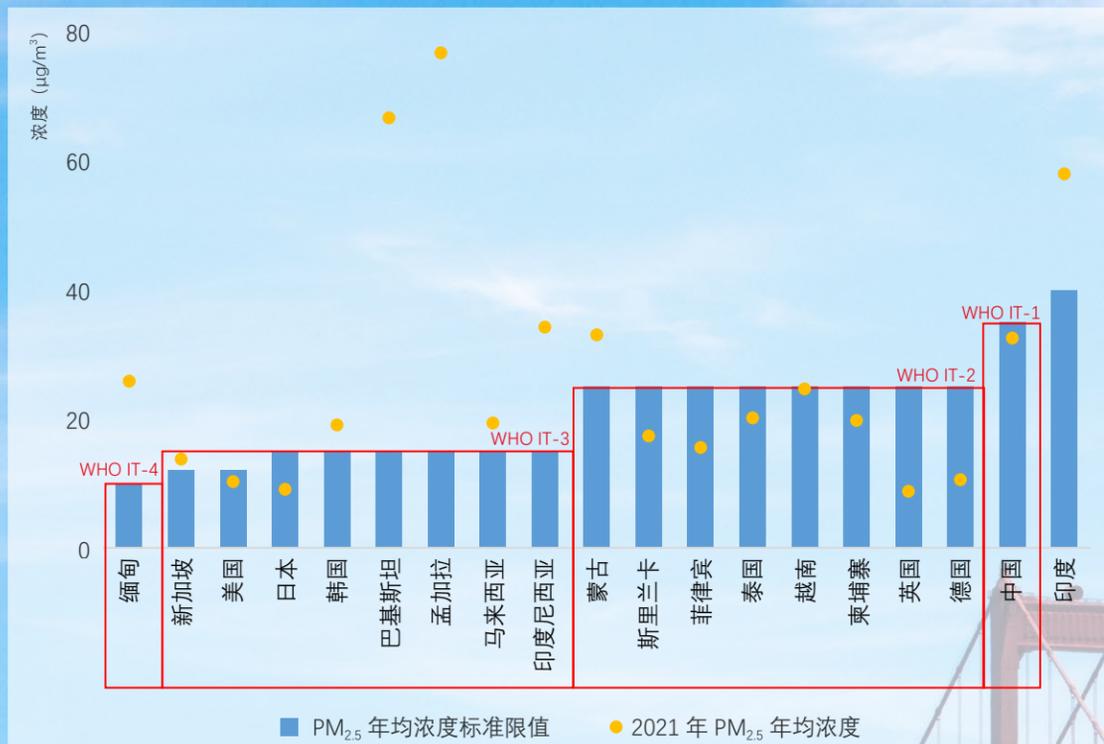


图 1.7 各国 PM_{2.5} 年均浓度标准限值和 2021 年监测浓度

注：1. 美国标准限值分为主要标准和次要标准两级，主要标准旨在保护人体健康，次要标准保护公共福利，图中采用前者。
 2. 中国标准限值分为两级：一级标准适用于自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域，这些区域空气质量优良、人烟稀少；二级标准适用于居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区等需要着重保护人体健康的地区，图中采用后者。
 3. 印度标准分为适用生态敏感区的限值和工业区、居住区等的限值，图中采用后者。
 4. 尼泊尔标准没有规定 PM_{2.5} 年均浓度限值。
 数据来源：各国官方发布的环境空气质量标准，IQAir 历史空气质量数据

中国 PM_{2.5} 年均浓度标准限值参考 WHO IT-1，是最为宽松的过渡阶段目标，仅比印度标准严格。但中国标准对于空气质量改善起到了积极的引领作用，当前全国开展 PM_{2.5} 监测的城市年均浓度平均值已经低于标准限值要求，为 30μg/m³。

有近一半亚洲国家的空气质量不能达到当地标准。尽管巴基斯坦、孟加拉国、缅甸等国家设置了相对严格的限值（参考 WHO IT-3、IT-4），但监测的 PM_{2.5} 年均浓度却超标严重。



图 1.8 各国 PM_{2.5} 24 小时浓度标准限值



图 1.9 各国 PM₁₀ 年均浓度标准限值



图 1.10 各国 SO₂ 24 小时浓度标准限值



图 1.11 各国 PM₁₀ 24 小时浓度标准限值

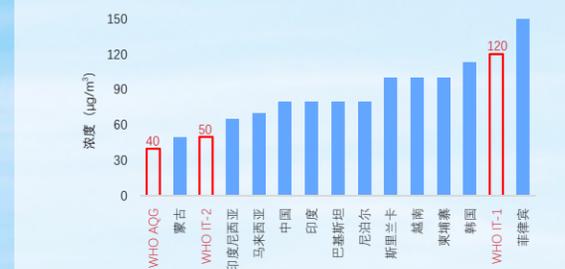


图 1.12 各国 NO₂ 24 小时浓度标准限值



图 1.13 各国 NO₂ 小时浓度标准限值



图 1.14 各国 NO₂ 年均浓度标准限值



图 1.15 各国 O₃ 8 小时浓度标准限值

空气污染物排放

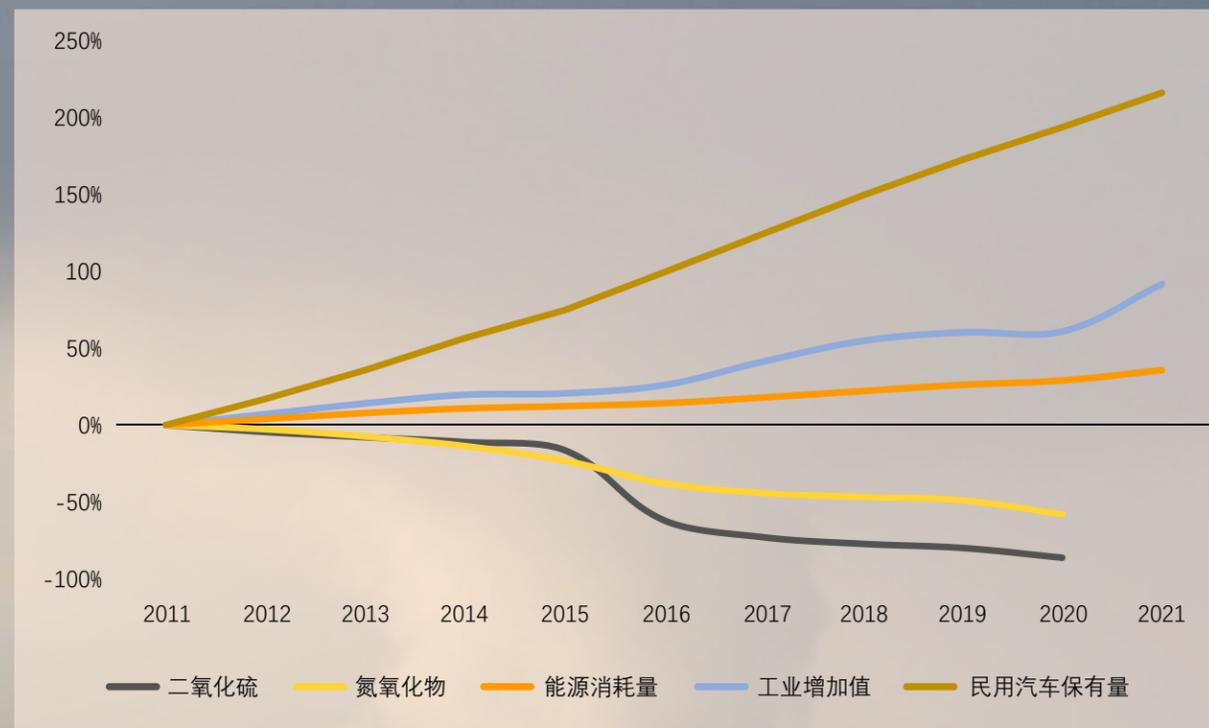


图 2.1 2011–2021 年中国工业增加值、能源消费量、民用汽车保有量与大气污染物排放量变化情况
数据来源：2012–2022 年历年中国统计年鉴

2011–2020 年，中国能源消耗量、工业增加值和民用汽车保有量在持续稳步增长，分别上升了 35%、91% 和 214%。得益于一系列排放控制政策措施的出台和有效执行，中国在同期实现了主要大气污染物 SO₂ 和 NO_x 排放量快速下降，SO₂ 的排放量从 2217.9 万吨降低到了 318.2 万吨，NO_x 的排放量从 2404.3 万吨降低到了 1019.7 万吨，降幅分别为 86% 和 58%。

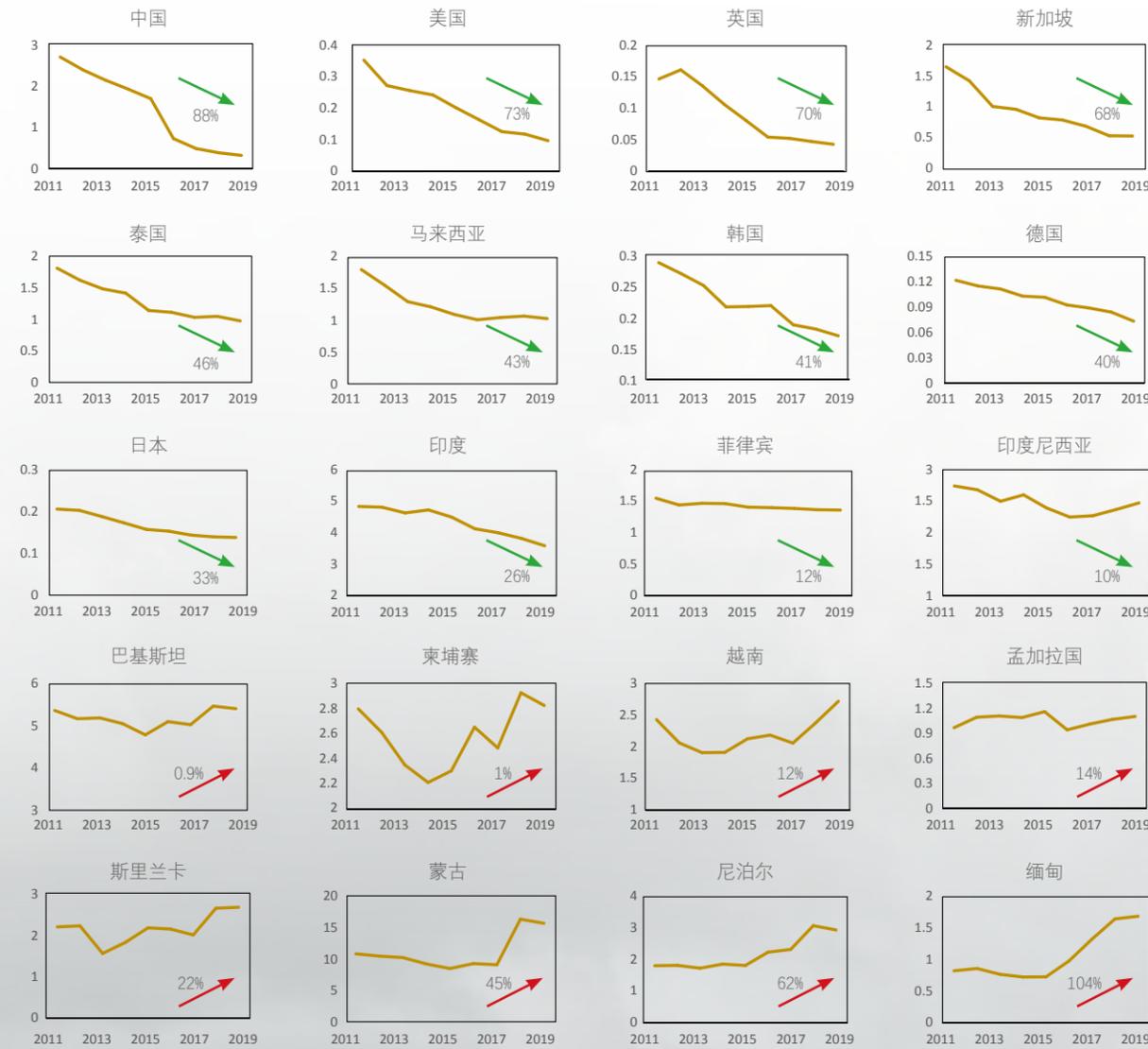


图 2.2 2011-2019 年各国单位 GDP SO₂ 排放量变化趋势

单位：kg/1,000 (2015 美元)

数据来源：Community Emissions Data System (CEDs)，World Development Indicators 数据库

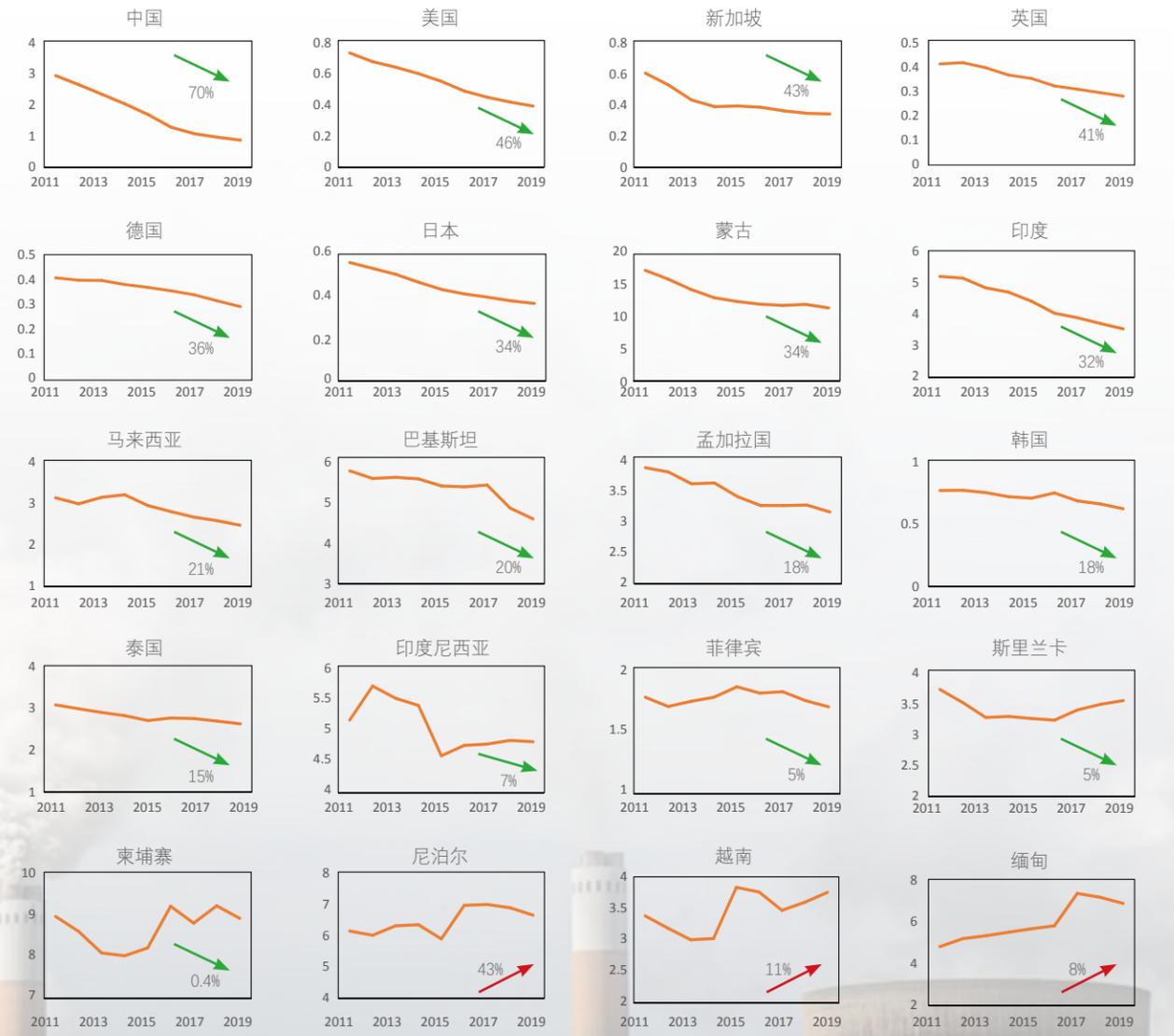


图 2.3 2011-2019 年各国单位 GDP NO_x 排放量变化趋势

单位：kg/1,000 (2015 美元)

数据来源：Community Emissions Data System (CEDs)，World Development Indicators 数据库

中国实现了主要大气污染物排放强度的同步大幅下降。2011-2019 年，中国单位 GDP SO₂ 排放量下降了 88%，NO_x 下降了 70%，下降幅度远高于其它各国。

美国、英国、新加坡、泰国、马来西亚、韩国、德国等国家单位 GDP SO₂ 排放量下降幅度也超过了 40%；美国、新加坡、英国 NO_x 排放量同样保持了快速下降趋势，下降幅度在 40% 以上。

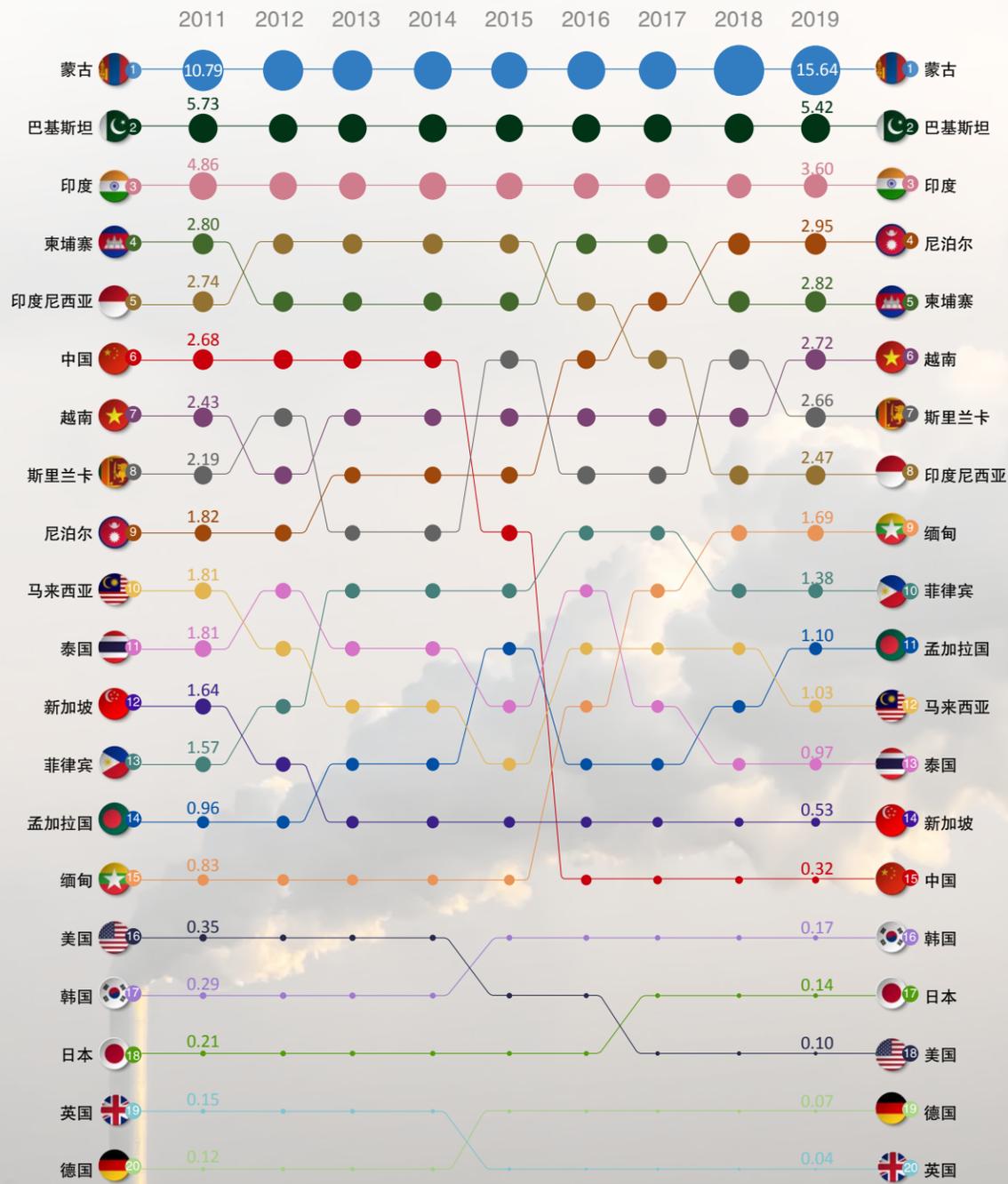


图 2.4 2011-2019 年各国单位 GDP SO₂ 排放量与排名

单位：kg/1,000 美元 (2015 年)

数据来源：Community Emissions Data System (CEDs)，World Development Indicators 数据库

欧美和亚洲发达国家的单位 GDP 排放持续下降趋势，每一千美元的 SO₂ 排放量已低于 0.5kg，NO_x 排放量低于 1kg，而中国通过十年的减排努力，与发达国家的差距已大幅缩小。当前，亚洲发展中国家的单位 GDP 排放仍然较高，其中蒙古的情况最为不利。

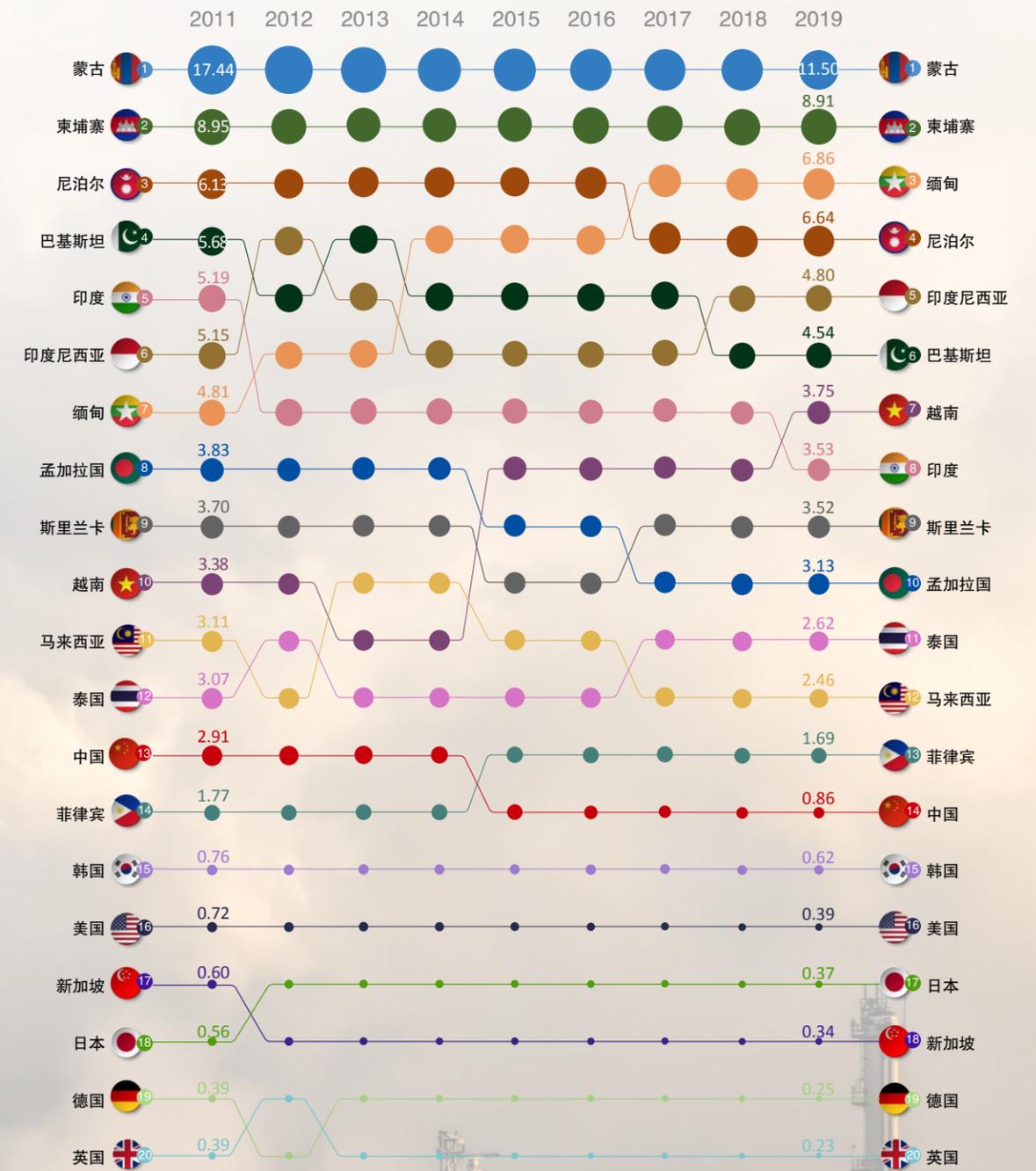
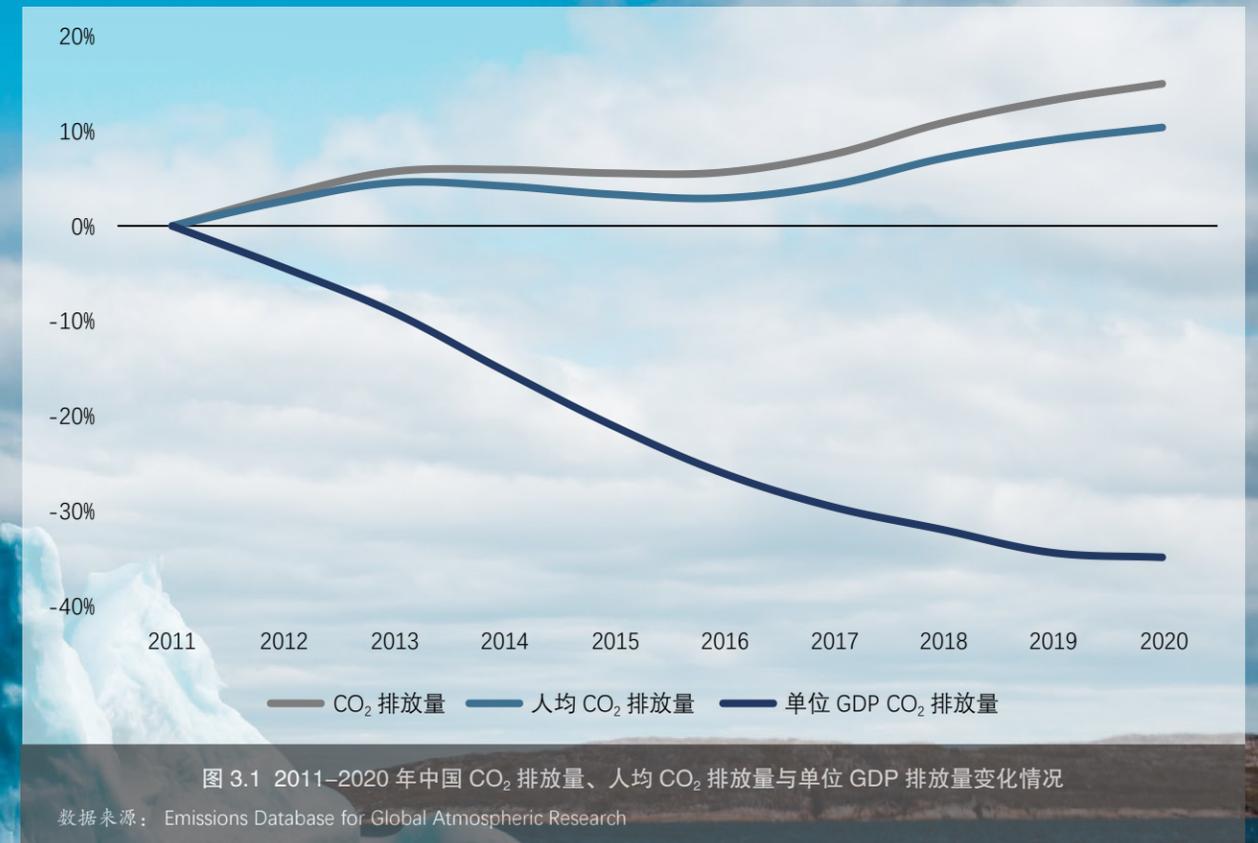


图 2.5 2011-2019 年各国单位 GDP NO_x 排放量与排名

单位：kg/1,000 美元 (2015 年)

数据来源：Community Emissions Data System (CEDs)，World Development Indicators 数据库

温室气体排放



2011-2020 年, 伴随经济快速发展和能源消费量不断增加, 中国 CO₂ 排放总量持续上升。收入水平增加对于人均 CO₂ 排放量的拉动明显, 十年间增加了 10.4%。同时, 中国正在从粗放式经济发展逐步转向高质量发展, 2020 年单位 GDP 的 CO₂ 排放量相比 2011 年下降幅度高达 34.9%。

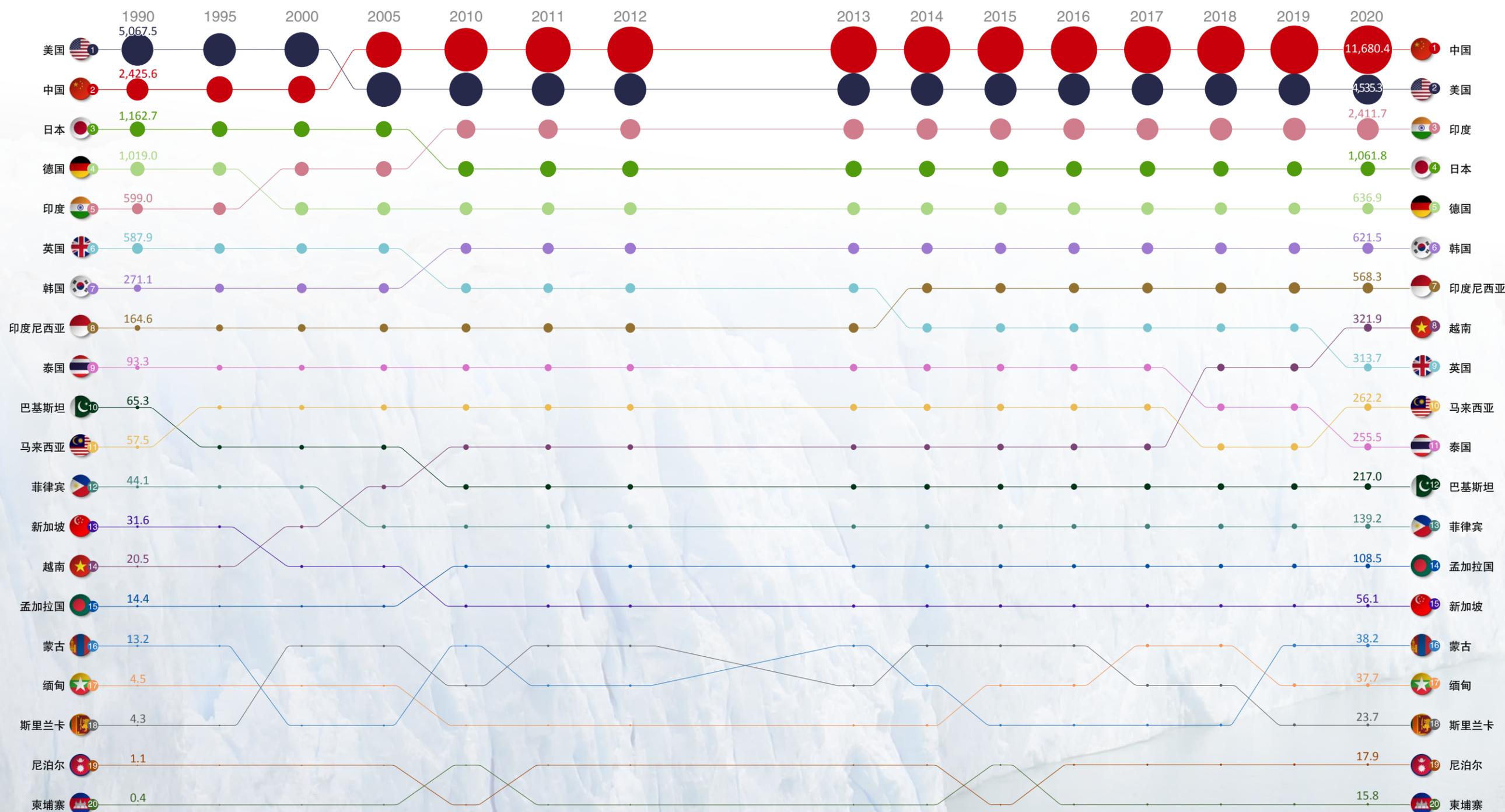


图 3.2 1990-2020 年各国 CO₂ 排放量与排名

单位：百万吨

数据来源：Emissions Database for Global Atmospheric Research

2005 年，中国 CO₂ 年排放量突破 60 亿吨的关口，首次超越美国，居全球第一。当前中国碳排放量约占全球总量的 1/3，超过了其他所有亚洲国家排放的总和。

过去 30 年间，全球年度 CO₂ 排放量持续增加，2020 年比 1990 年多排放了 132 亿吨，其中 70% 增量来自中国。

日本、美国、英国、德国已经实现了碳达峰，而亚洲发展中国家仍在“爬坡”，其中快速发展中的越南总排放量不断跃升。

过去的十年间，减缓气候变化已成为全球普遍共识，各国先后采取行动控制温室气体排放，全球碳排放增速明显放缓。中国 2020 年的碳排放量相比 2011 年增幅为 15%，为上十年增幅的一成左右。

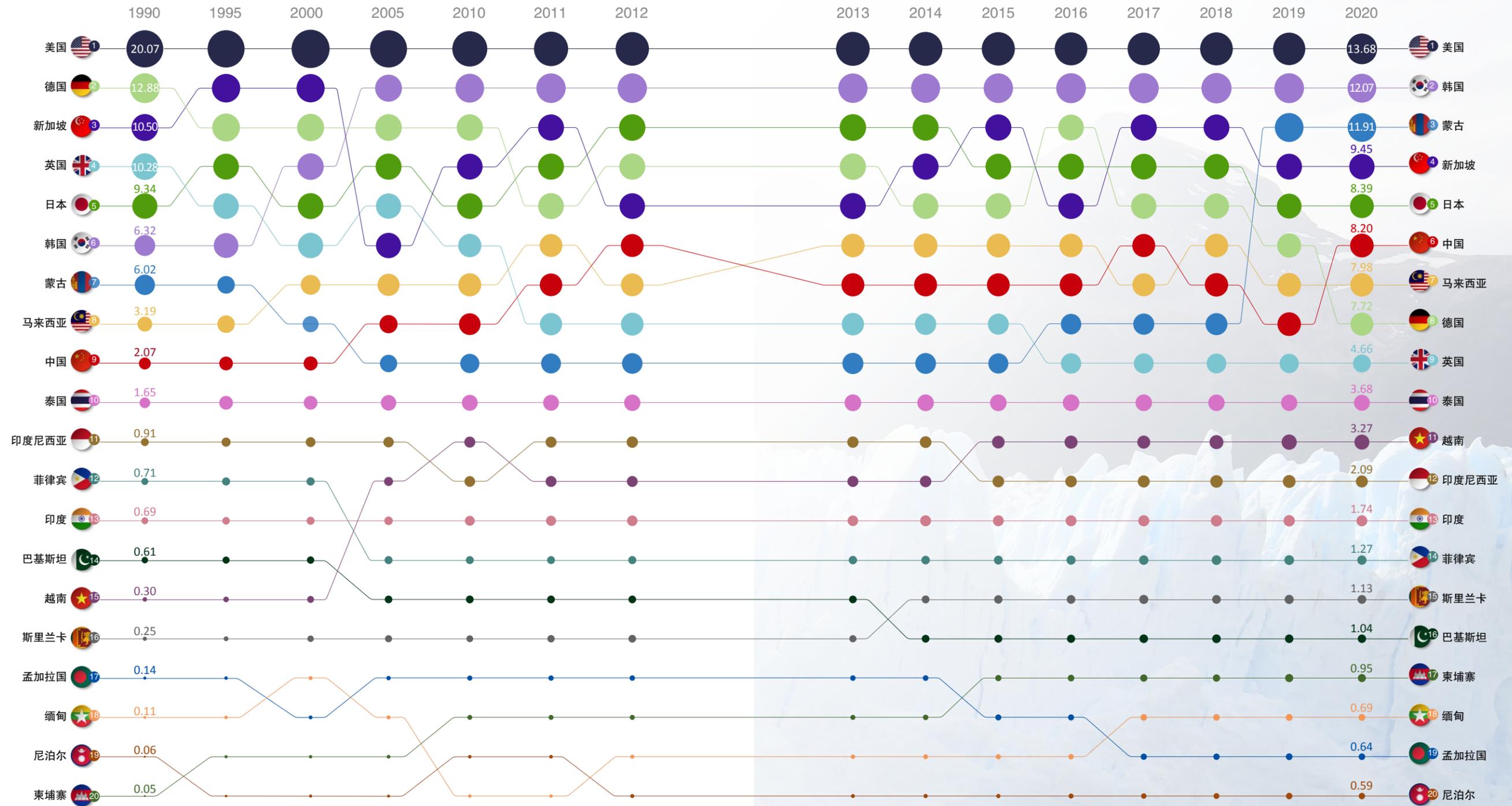


图 3.3 1990-2020 年各国人均 CO₂ 排放量与排名

单位：吨/人

数据来源：Emissions Database for Global Atmospheric Research

随着经济水平和用能提升，亚洲发展中国家人均 CO₂ 排放量在持续上升，而人均 CO₂ 排放量水平普遍较高的发达国家则整体呈现下降趋势。

2020 年，中国人均碳排放为 8.2 吨，是美国的 60%，也低于日本、韩国、新加坡等亚洲发达国家。

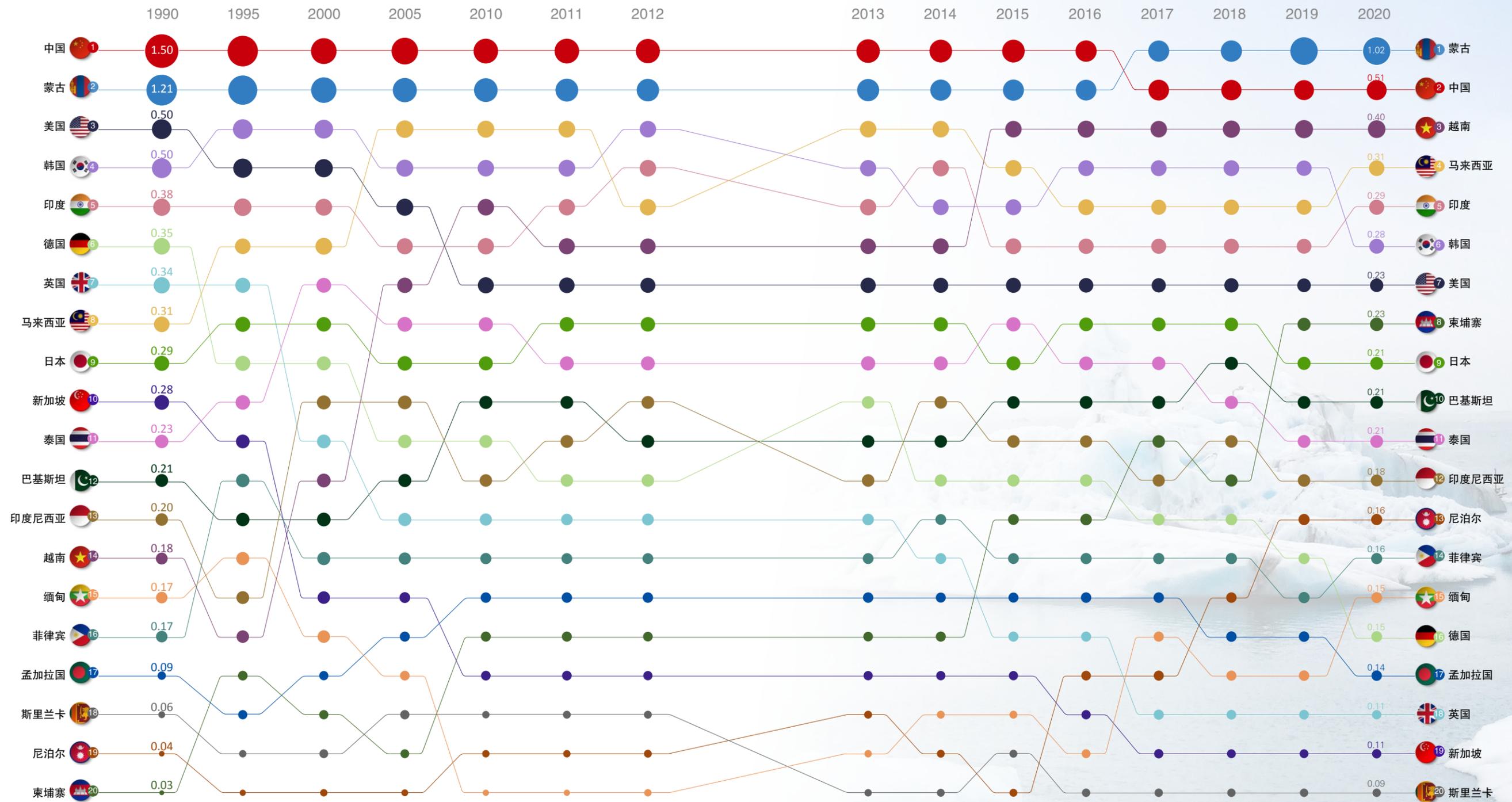


图 3.4 1990-2020 年各国单位 GDP CO₂ 排放量与排名

单位：吨 /1000 美元

数据来源：Emissions Database for Global Atmospheric Research

作为全球碳排放第一的大国，中国在谋求发展的同时将温室气体排放控制作为重要目标。在“十二五”、“十三五”规划阶段，中国分别提出单位 GDP CO₂ 排放下降 17% 和 18% 的目标。1990-2020 年，中国通过能源结构与产业结构调整、节能与能效提升等多种方式实现了排放强度高约 66% 的下降幅度。

2010-2020 年间，欧美和多数亚洲国家的单位 GDP 排放量也在持续保持下降的态势，仅菲律宾、越南、斯里兰卡、蒙古、柬埔寨、尼泊尔、缅甸上升，最高升幅可达 180%。

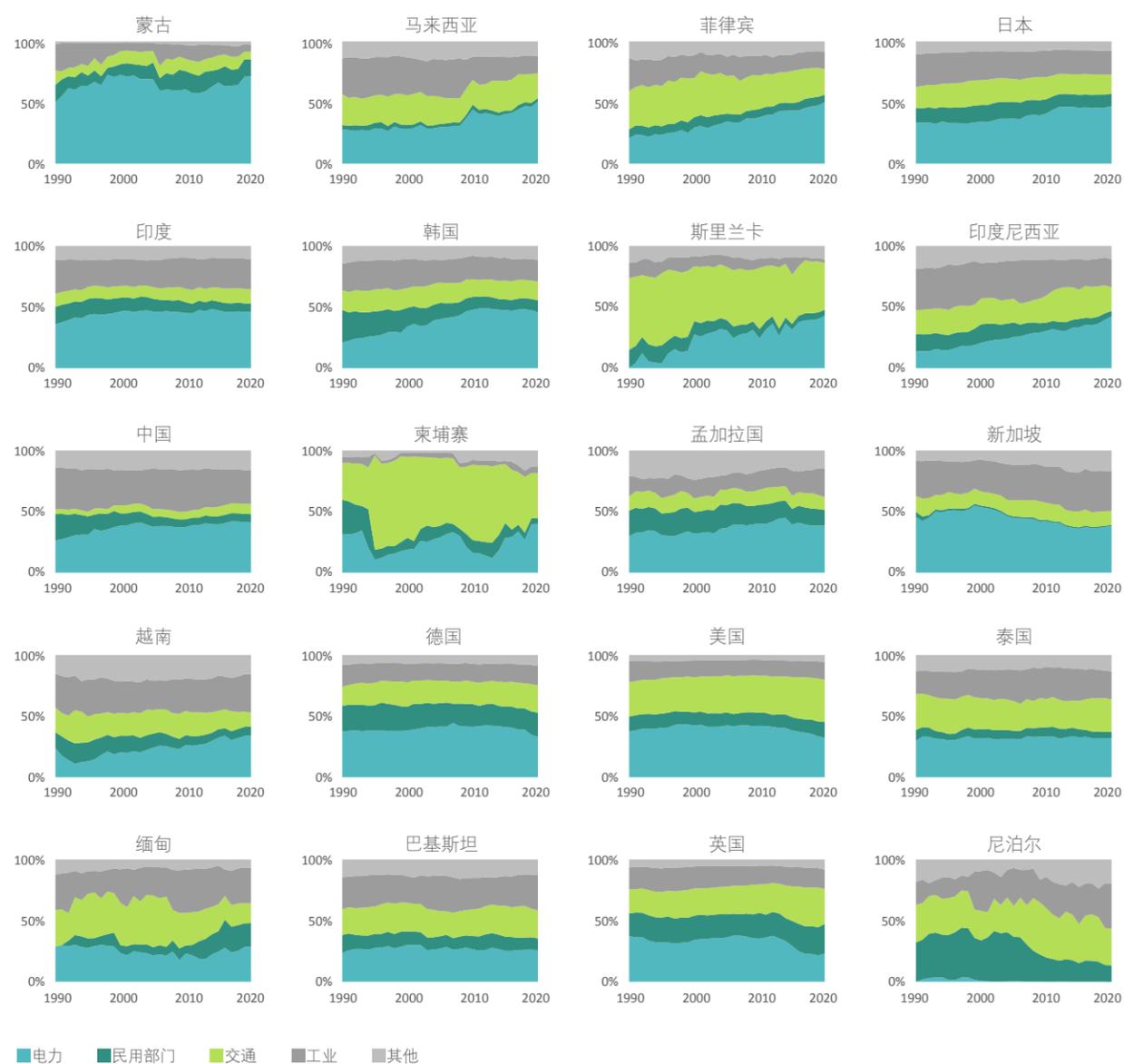


图 3.5 1990-2020 年各国 CO₂ 分部门排放结构变化趋势

数据来源：Emissions Database for Global Atmospheric Research

当前，电力和工业是中国碳排放最多的前两个部门，占比接近全国总排放量的七成。其中，电力行业排放量高达 47.94 亿吨，占比超过总量的四成，是碳排放最大的行业。

大部分亚洲国家的分行业排放结构和中国类似，由电力行业主导排放贡献，其占比在 31.8%-71.3% 之间；巴基斯坦、缅甸与尼泊尔除外，其碳排放占比最大的行业都是工业；英国和美国排放量最高的行业是交通。

国家	2020 年 CO ₂ 排放量 (百万吨)	年份	降碳目标
中国	11,680.4	2060	Carbon neutral
美国	4,535.3	2050	Net zero
印度	2,411.7	2070	Net zero
日本	1,061.8	2050	Net zero
德国	636.9	2045	GHG neutral
韩国	621.5	2050	Net zero
印度尼西亚	568.3	2060	Net zero
越南	321.9	2050	Net zero
英国	313.7	2050	Net zero
马来西亚	262.2	2050	Carbon neutral
泰国	255.5	2050	Net zero
巴基斯坦	217.0	2050	Net zero
菲律宾	139.2		
孟加拉国	108.5		
新加坡	56.1	2050	Net zero
蒙古	38.2		
缅甸	37.7	2050	Net zero
斯里兰卡	23.7	2060	Carbon neutral
尼泊尔	17.9	2045	Net zero
柬埔寨	15.8	2050	Net zero

图 3.6 各国降碳目标

注：空格为国家未发布碳中和相关目标

数据来源：ZeroTracker

2020 年，中国正式宣布将力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和。这一重大战略决策对于中国和全球来说都非常关键，彰显了中国和各国携手共进应对全球气候变化的决心和信心，为缩小全球排放差距、全面有效落实《巴黎协定》做出积极贡献。

在全球迈向碳中和与净零排放的趋势下，众多亚洲国家都宣布了脱碳目标。当前，世界能源消费约 1/3 发生在亚洲，约 1/2 的 CO₂ 排放量由亚洲贡献，亚洲各国面临的减排任务十分艰巨。

其中，中国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家承诺的时间，需要付出艰苦努力，才能在这一赛道续写“中国速度”的传奇。

能源

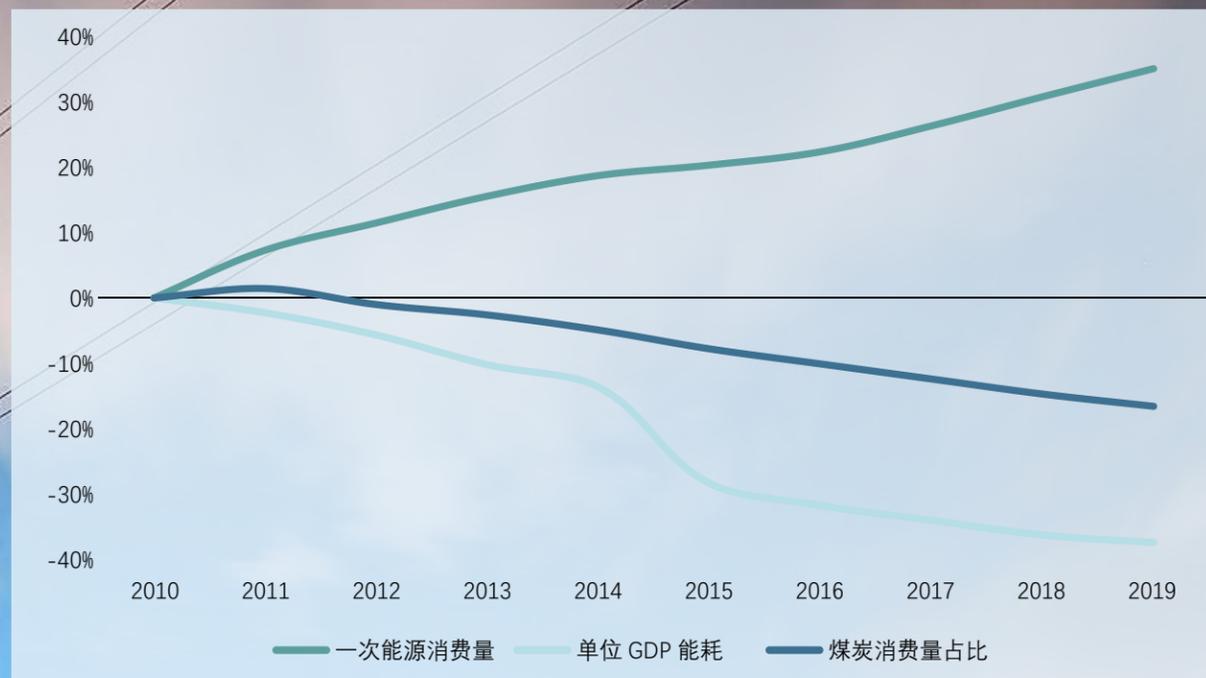


图 4.1 2010—2019 年中国一次能源消费量、单位 GDP 能耗、煤炭消费量占比变化趋势

数据来源：2011—2020 年历年中国统计年鉴

2010—2019 年，中国经济快速增长，能源消费量呈现出稳定增长的趋势，2019 年能源消费总量比 2010 年增长了 35.2%。在能源消费量不断增长的同时，中国的能源消费结构持续优化。

作为全球煤炭消费第一大国，中国的煤炭消费比重呈现出下降趋势，2019 年煤炭消费比重比 2010 年累计下降 11.5 个百分点，但整体能源结构仍然以煤炭为绝对主导。随着能源结构和产业结构的优化调整，中国单位 GDP 能耗稳步下降，2019 年相比 2010 年下降幅度达到 37.5%。

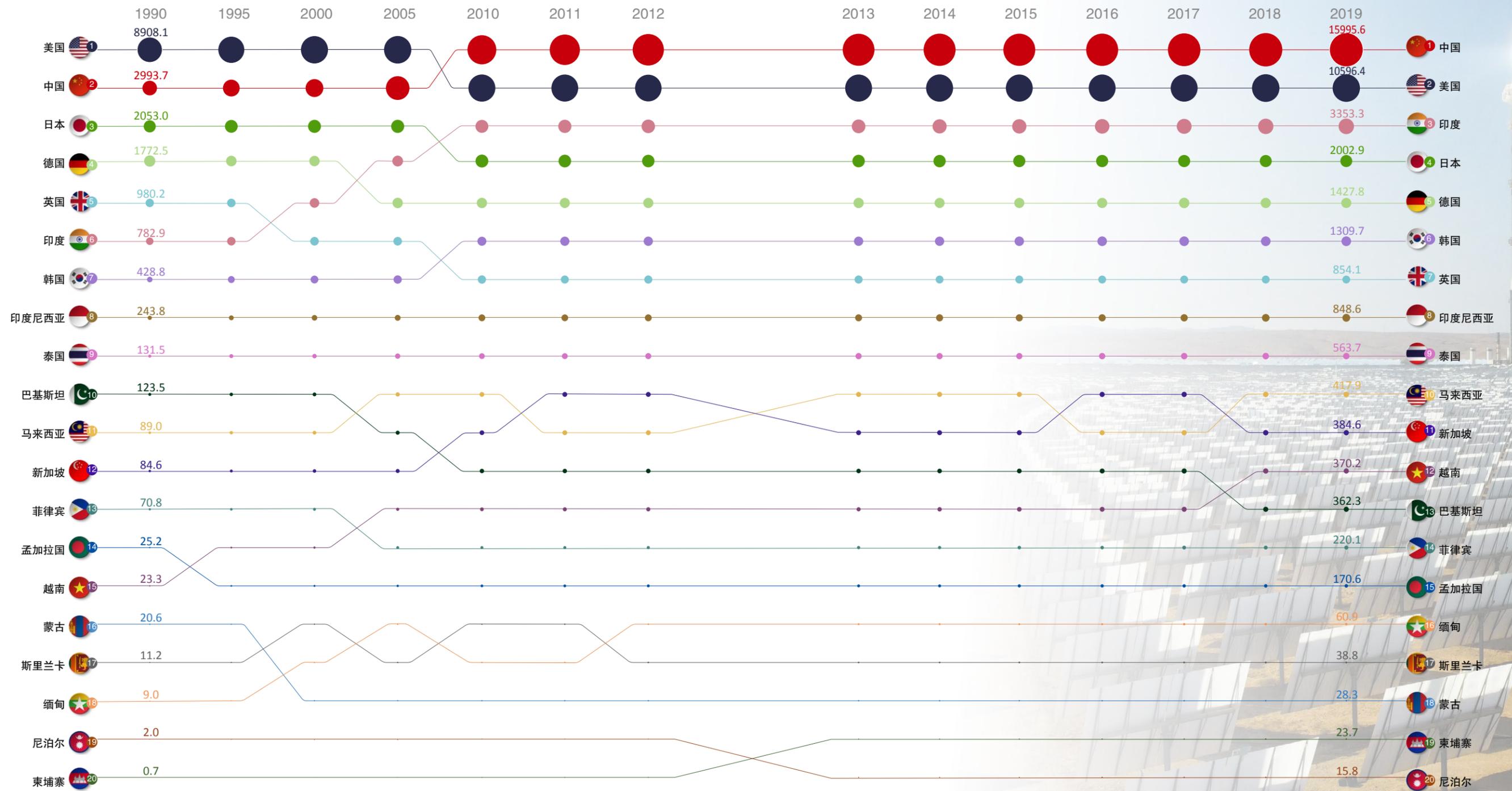


图 4.2 1990-2019 年各国一次能源消费量变化趋势与排名

单位：亿亿焦耳

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库

过去 30 年间，绝大多数亚洲国家能源消费量呈现快速增长的趋势。中国的能源消费增长了约四倍，其中 2000-2010 年间增速最为迅猛，并超越美国成为能源消费量最大的国家。

2010 年后，各国能源消费量增长速度放缓，消费量基本趋于稳定。当前，中国的能源消费总量全球第一，为 15995.6 亿亿焦耳，相当于美国、印度、日本的总和。其中，美国、印度的能源消费量仍在攀升，而日本下降趋势明显。

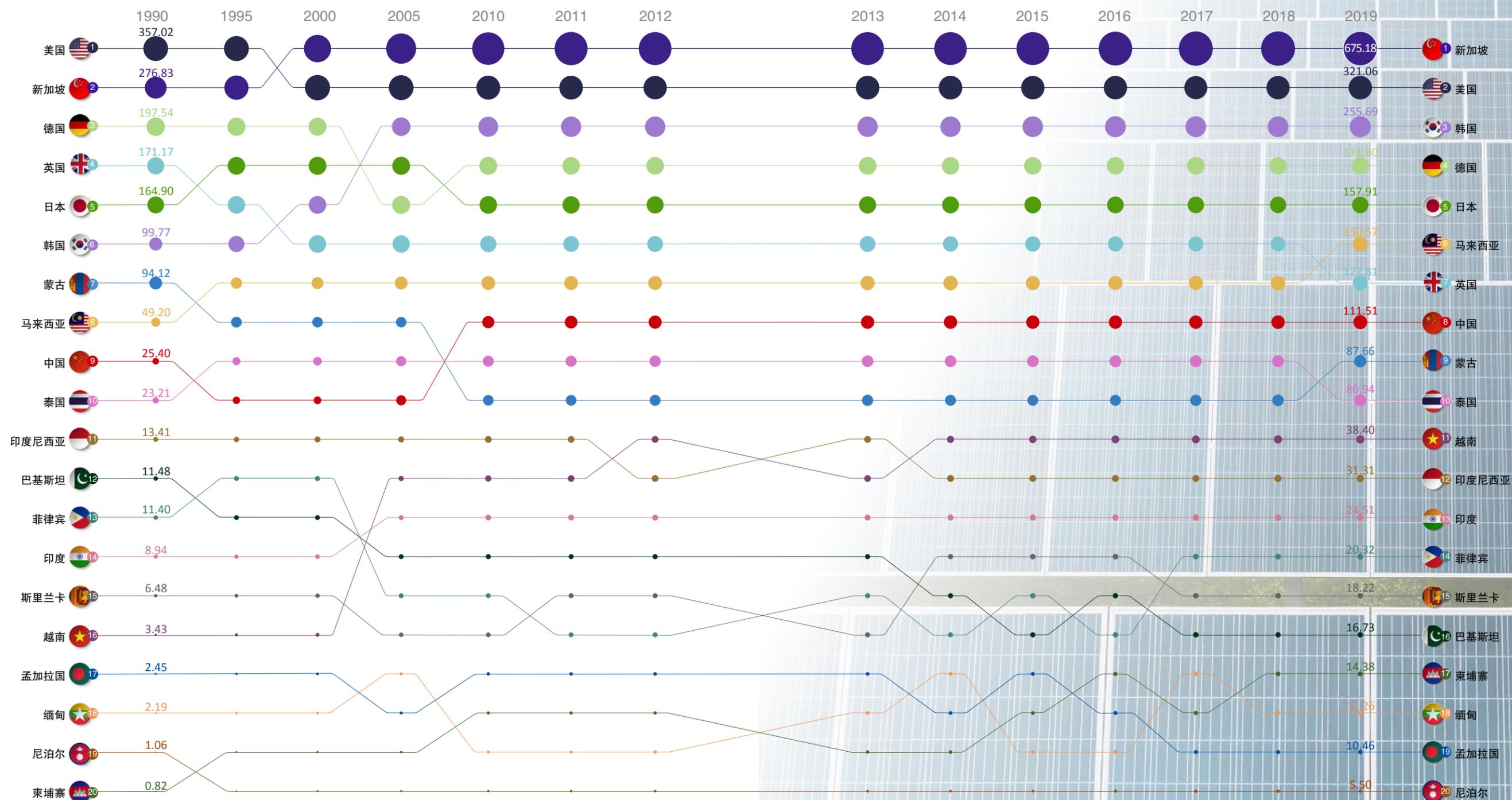


图 4.3 1990-2019 年各国人均能源消费量变化趋势与排名

单位：十亿焦耳 / 人

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库

人均能源消费量与经济发展程度高度相关，大部分亚洲国家过去 30 年人均能源消费增长超过 100%。中国的人均能源消费量也经历了大幅度增长，2019 年的人均能源消费量是 1990 年的 4.4 倍。当前，中国的人均能源消费量仍然低于欧美和亚洲的发达国家，仅为美国的 1/3 左右。

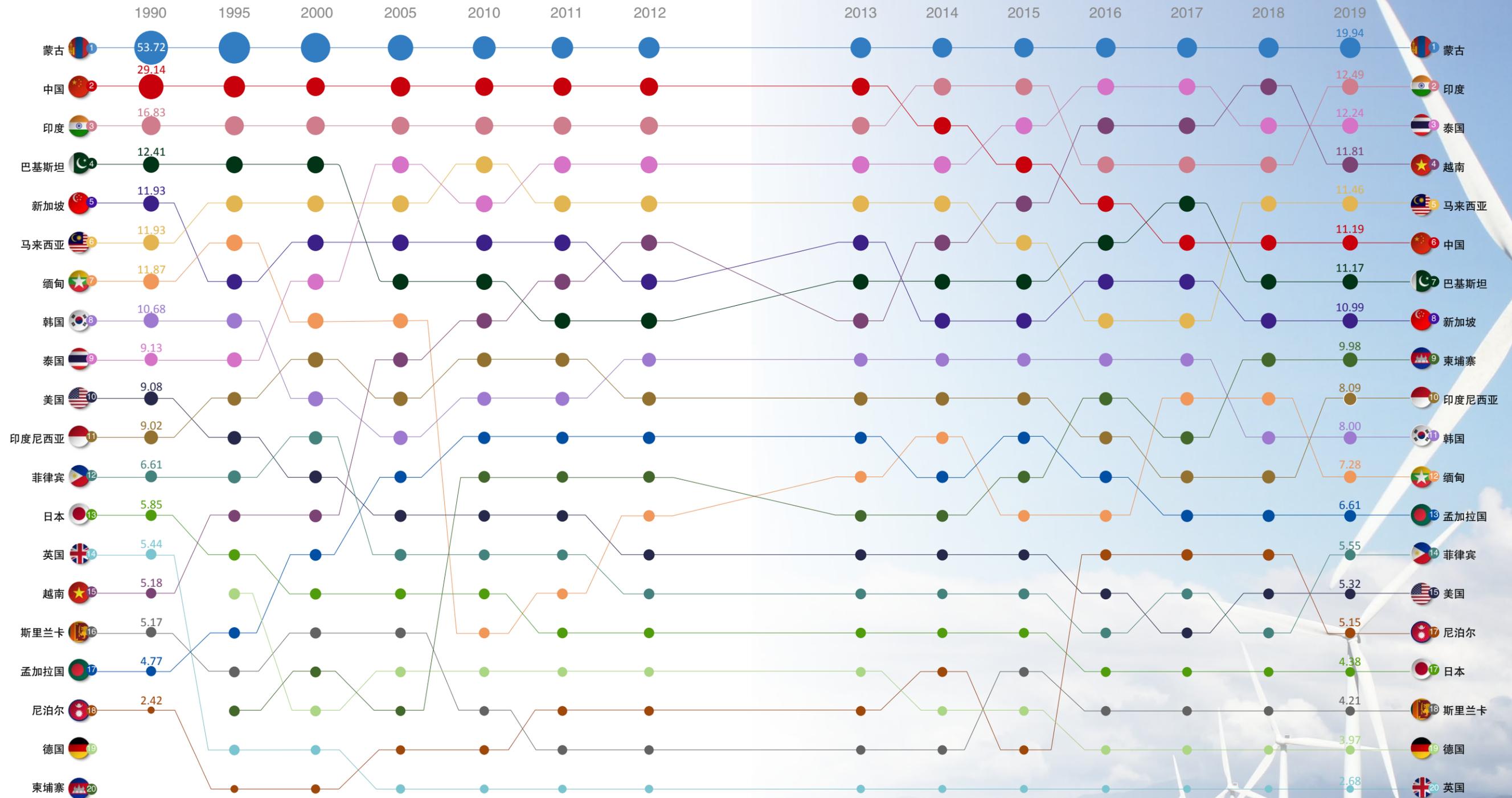


图 4.4 1990-2019 年各国单位 GDP 能耗变化趋势与排名

单位：百万焦耳 /2015 年美元

注：德国和柬埔寨缺少 1990 年数据

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库，World Development Indicators 数据库

1990-2019 年，大部分亚洲国家的单位 GDP 能耗呈现出下降趋势，降幅在 4%~63% 之间。中国由 29.14 百万焦耳 /2015 年美元降至 11.19 百万焦耳 /2015 年美元，降幅达 61.6%。但中国当前的水平相比发达国家仍有差距，能源和产业结构的调整和优化任重道远。

亚洲国家中，越南、尼泊尔、柬埔寨、孟加拉国和泰国的能耗强度呈现上升趋势，其中越南在过去 30 年翻了一倍，柬埔寨 2010 年以后能耗强度增长了 54.5%。尽管蒙古能耗强度也在持续下降，但其能耗强度水平一直处于高位。

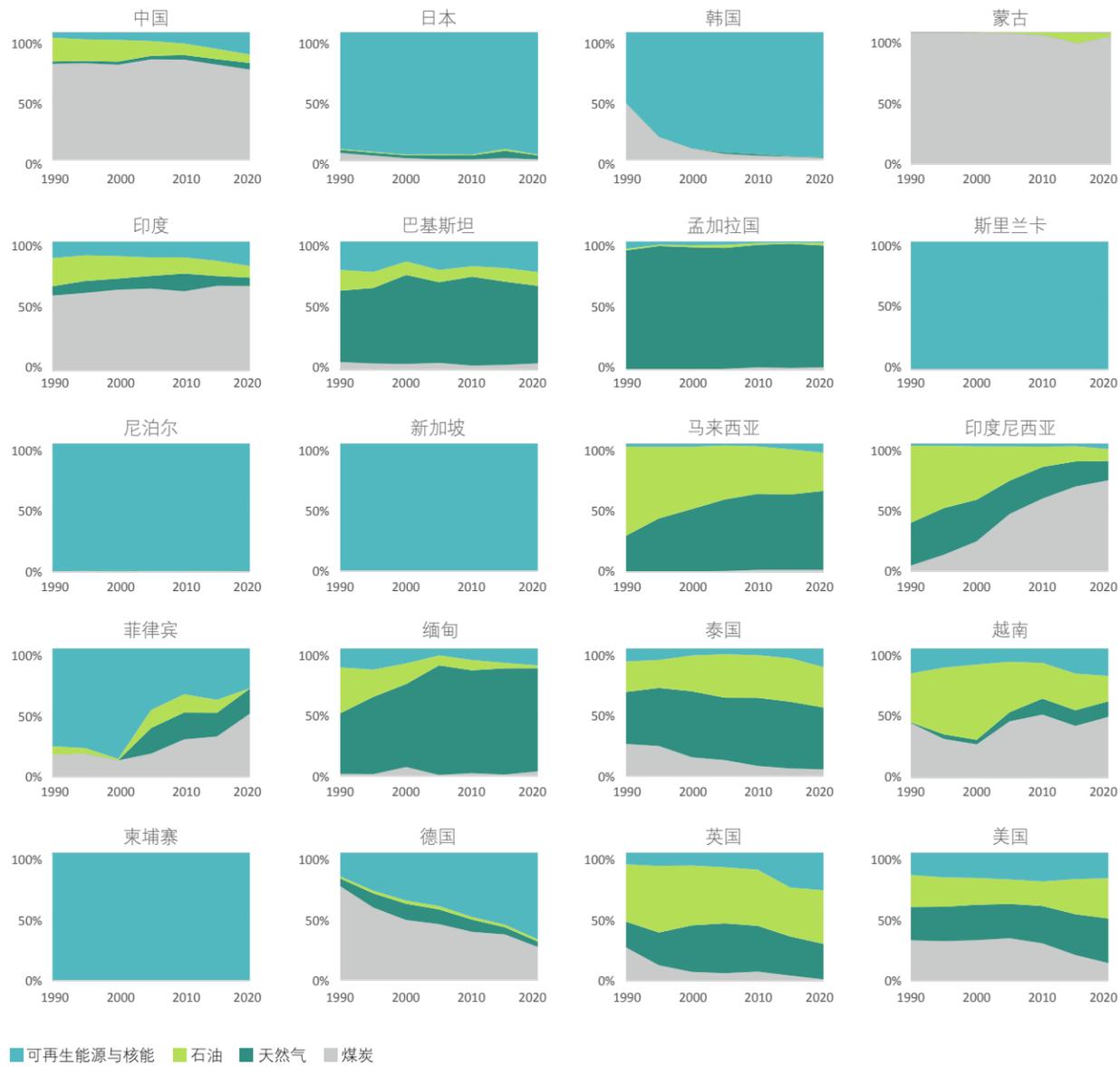


图 4.5 1990-2019 年各国能源生产结构变化趋势

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库

中国因“富煤、缺油、少气”的资源禀赋特点，煤炭在能源生产中始终占据重要地位。尽管近十年来，煤炭占比已经呈现出缓慢的下降趋势，但仍然高达 68.5%。蒙古和印度的能源生产结构与中国类似，印尼也逐渐发展为煤炭生产占主导的产能格局。

菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、越南等国家在近年石油储量下降的情况下，煤炭或天然气的生产占比有所增加，可再生能源的生产份额并没有明显提高。

欧美国家煤炭生产比重均明显下降，其中德国和英国的可再生能源与核能的生产比重大幅度上升，能源清洁化转型趋势明显。

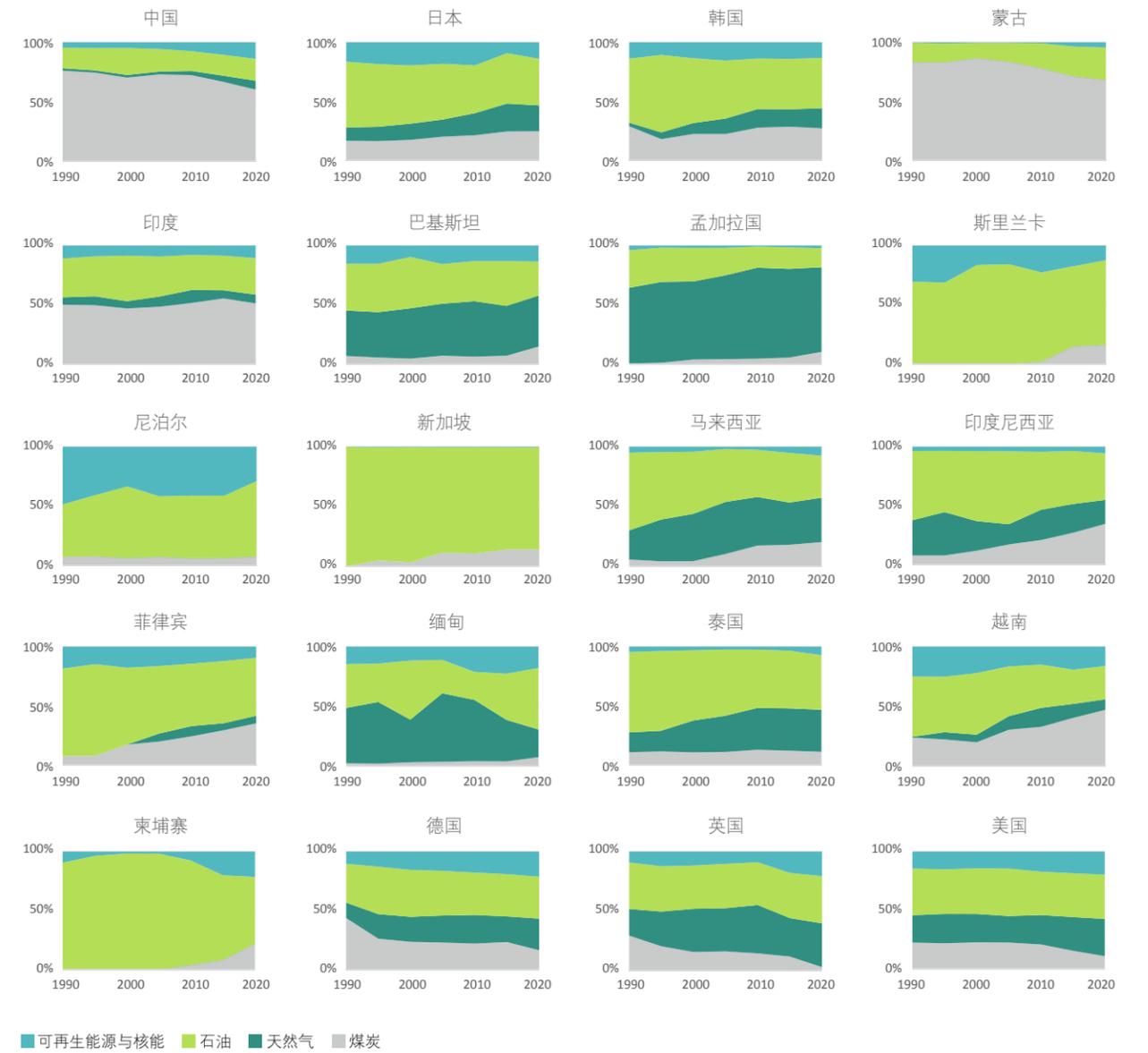


图 4.6 1990-2019 年各国能源消费结构变化趋势

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库

多数亚洲发展中国家普遍依赖化石能源，中国、蒙古、印度的煤炭消费比重超过一半，而东南亚国家对石油的依赖明显，比例在 28%~86% 之间。

绝大部分亚洲国家的煤炭消费比重保持稳定或呈现上升趋势，只有包括中国在内的少数国家有所下降。

美国、英国、德国与亚洲国家相比，能源消费结构更加均衡，尽管同样依赖化石能源，但三国的煤炭的消费比重均有明显下降。

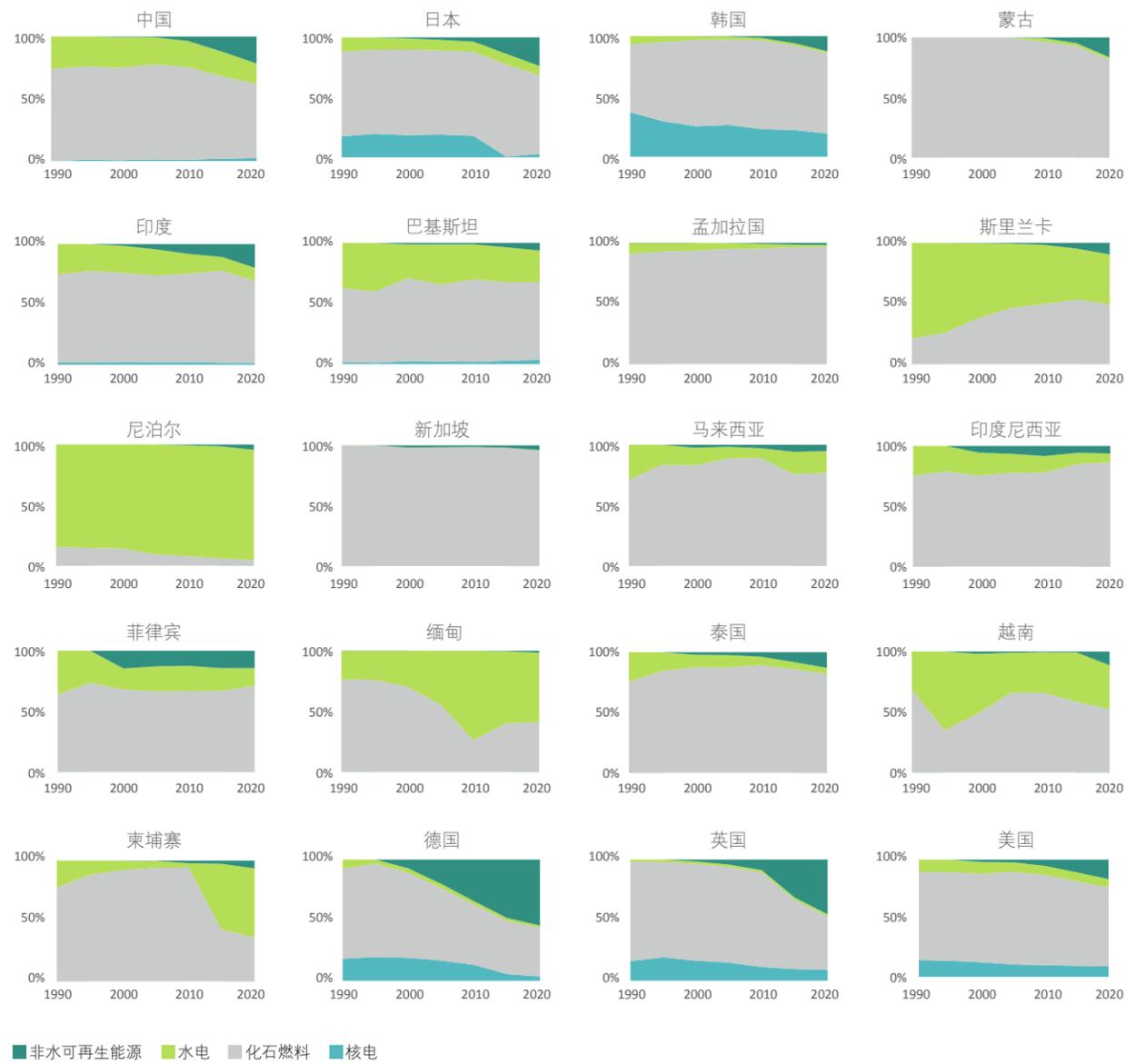


图 4.7 1990-2019 年各国电力装机结构变化趋势

数据来源：U.S. Energy Information Administration 数据库

发展中的亚洲国家电力消费、生产和装机容量整体都呈现出高速增长的趋势，中国的这三项指标在过去 30 年增长超过 10 倍，而发达国家则基本保持稳态。

绝大多数国家的电力装机结构中比重最高的是化石燃料装机，仅尼泊尔、斯里兰卡、缅甸是水电装机比重最高。2019 年，中国的化石燃料装机占比接近 60%，近十年中国的化石燃料和水电装机占比均呈下降趋势，但水电仍然是中国第二大电源，装机占比达到 16%。非水可再生能源的装机占比呈上升趋势。

英国、德国和美国的化石燃料装机比重都呈下降趋势，这一趋势在英国、德国尤为明显，对应的是两国的非水可再生能源装机占比大幅度提高，并保有一定的核电装机。

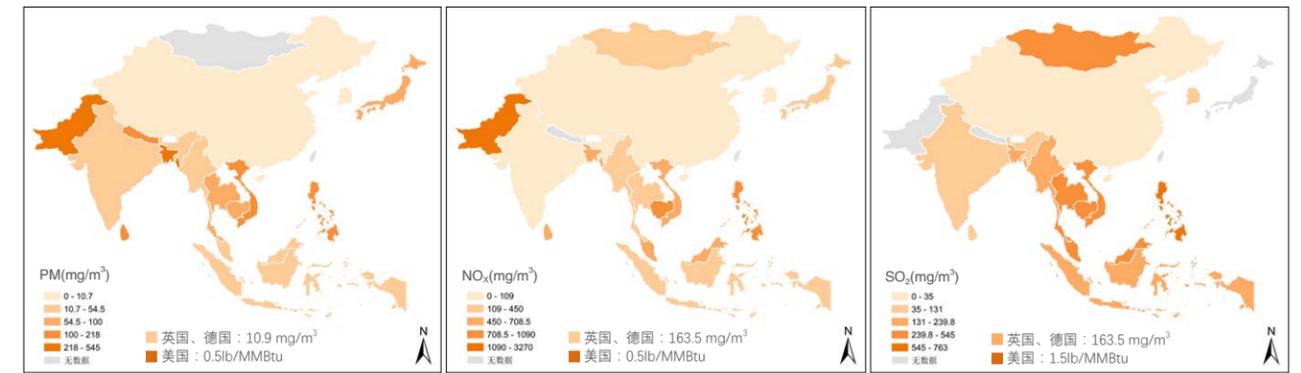


图 4.8 各国电力行业火电厂现行大气污染物排放限值

- 注：1. 欧盟的标准针对的是大于 300MW 以上设施。
- 2. 缅甸的颗粒物标准是针对 PM₁₀ 的限值。
- 3. 日本没有统一的 SO₂ 国家排放标准，取决于 K 值。根据排气口高度和分配给各个区域的 K 值来设定。一般排放标准：K=3.0-17.5；特殊排放标准：K=1.17-2.34。

数据来源：详见参考文献

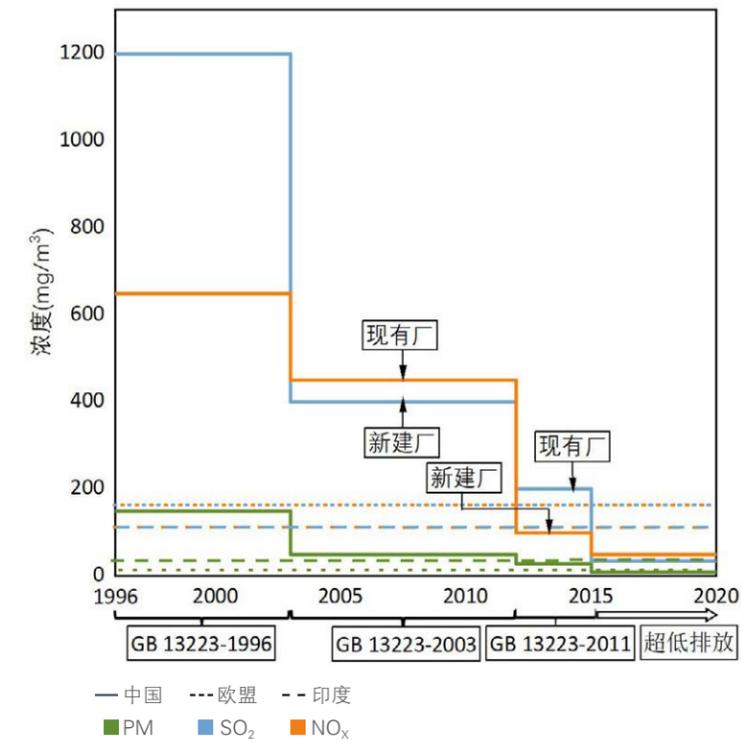


图 4.9 中国电力行业污染物排放限值升级历程

注：中国的超低排放限值适用于基准氧含量为 6% 的条件。

数据来源：详见参考文献

在过去的 30 年间，中国电力行业的大气污染物排放控制快速发展，标准不断升级加严，目前排放限值已达到全球领先水平。在现行的超低排放政策要求下，PM、SO₂ 和 NO_x 的排放浓度限值分别为 10、35 和 50mg/m³，相比 1996 年的标准限值分别加严了 93%、97% 和 92%，其中 SO₂ 和 NO_x 的排放限值分别是欧盟标准的 1/5 和 1/3。

亚洲各国的电力行业排放管控力度差异较大，中国、韩国、印度的限值相对严格，巴基斯坦、柬埔寨、斯里兰卡等国较为宽松，PM、SO₂、NO_x 均是中国超低排放限值的 10 倍以上。

交通运输

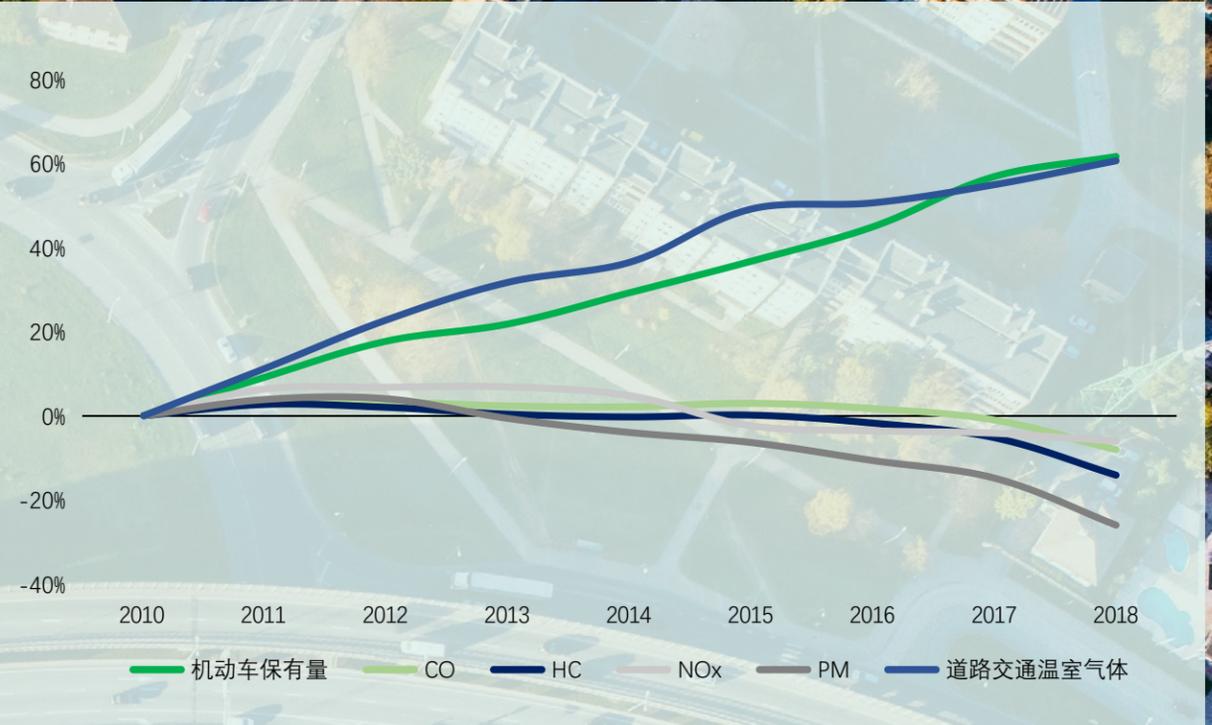


图 5.1 2010–2018 年中国机动车保有量、大气污染物与温室气体排放量变化情况

注：道路交通温室气体数据包括 CO₂、CH₄ 和 N₂O

数据来源：2010–2018 年历年中国机动车环境管理年报，Emissions Database for Global Atmospheric Research

中国过去十年采取了众多强有力的减排措施，在交通运输领域的污染物减排取得显著成效。以机动车为例，中国机动车保有量增长已经和大气污染物排放实现了脱钩，2013–2018 年，全国机动车保有量增长了 32.7%，但主要污染物 CO、NO_x、HC、PM 排放量分别下降了 10.2%、12.1%、14.5%、25.6%。

但源解析研究结果表明，交通已经成为许多大中城市 PM_{2.5} 的首要来源，占比在 20%–45% 不等。此外，交通运输行业也是温室气体排放增长最快的领域之一，2013–2019 年全国交通运输领域碳排放年均增速保持在 5% 以上，其碳排放约占全社会碳排放总量的 1/10。

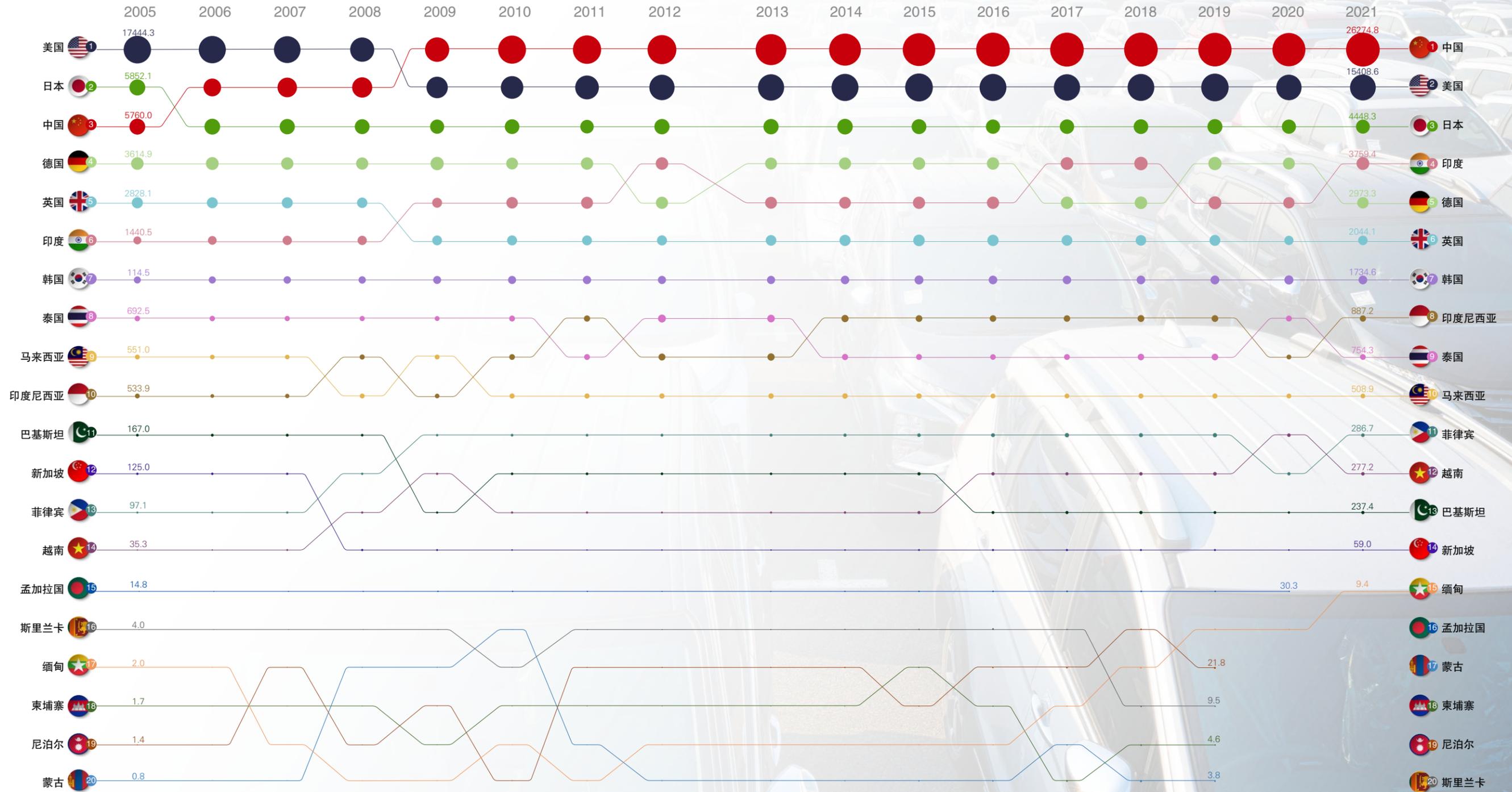


图 5.2 2005-2021 年各国汽车销量与排名

单位：千辆

注：1. 部分国家缺少 2020-2021 年数据。

2. 除特别说明外，汽车销量主要指乘用车和商用车销量之和。其中，马来西亚、巴基斯坦、菲律宾汽车销量只包括乘用车和轻型货车；越南 2005-2012 年只包括乘用车和轻型货车，2013-2021 年包括乘用车、商用车和专用车。

数据来源：国际汽车制造商协会，中国汽车工业协会，日本汽车工业协会，马来西亚汽车协会，东盟汽车联合会和越南汽车制造商协会

中国、美国、日本、印度和德国是全球前五大汽车市场，2020 年和 2021 年，中国和美国新车销量总和占全球汽车市场的一半左右。

中国自 2009 年起稳居全球汽车新车销量第一，2013 年起成为全球唯一新车销量超 2000 万辆的国家。伴随机动车市场需求持续走高，新车增购和在用车使用带来的污染排放控制需求也在加大。

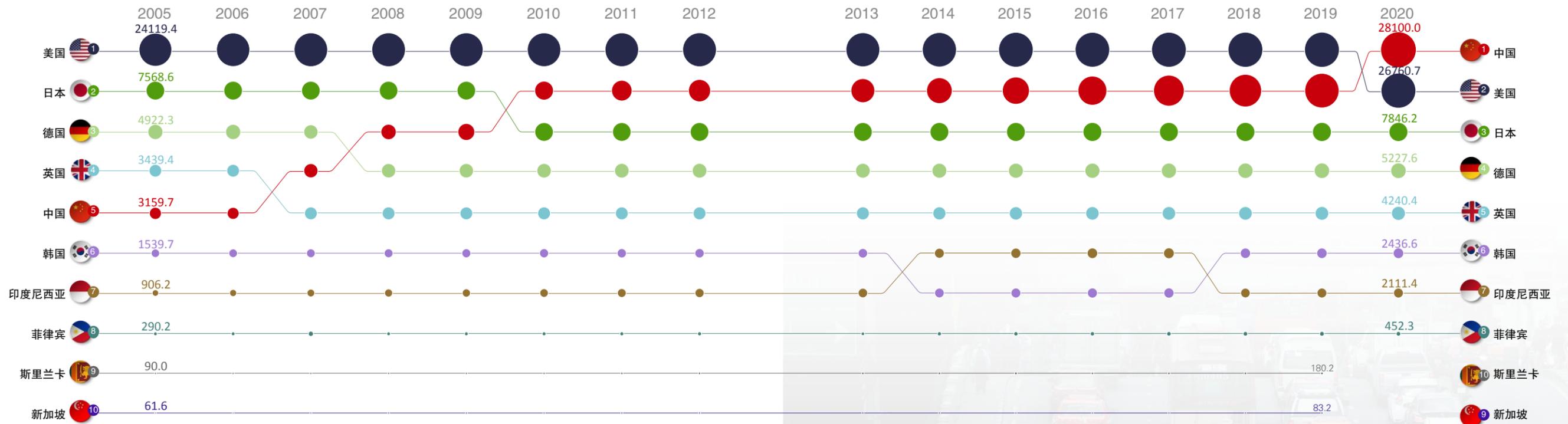


图 5.3 2005-2020 年各国汽车保有量与排名

单位：万辆

注：斯里兰卡和新加坡缺少 2020 年数据。

数据来源：国际汽车制造商协会，中国移动源环境管理年报，日本汽车工业协会，东盟汽车联合会，韩国国土-基础设施-交通运输部，斯里兰卡汽车交通部，美国运输统计局



图 5.4 各国千人汽车保有量

数据来源：中国汽车工业协会，日本汽车工业协会，马来西亚汽车协会，东盟汽车联合会，越南汽车制造商协会，韩国国土-基础设施-交通运输部，美国运输统计局，蒙古统计信息服务，World Development Indicators 数据库



中国汽车保有量增长迅速，2010-2020 年间，年均增速达到 13.8%，2020 年汽车保有量达到 2.8 亿辆，成为全球汽车保有量最大的国家。

同期，中国的千人汽车保有量持续提升，从 2010 年的 58 辆 / 千人提高到 2020 年的 199 辆 / 千人，超过全球平均水平。相比之下，欧美、日本等发达国家千人汽车保有量均超过 500 辆，其中，美国千人汽车保有量居世界第一，超过 800 辆 / 千人。而亚洲国家千人汽车保有量差异较大，东亚国家普遍超过全球平均水平，南亚国家普遍低于 100 辆 / 千人。

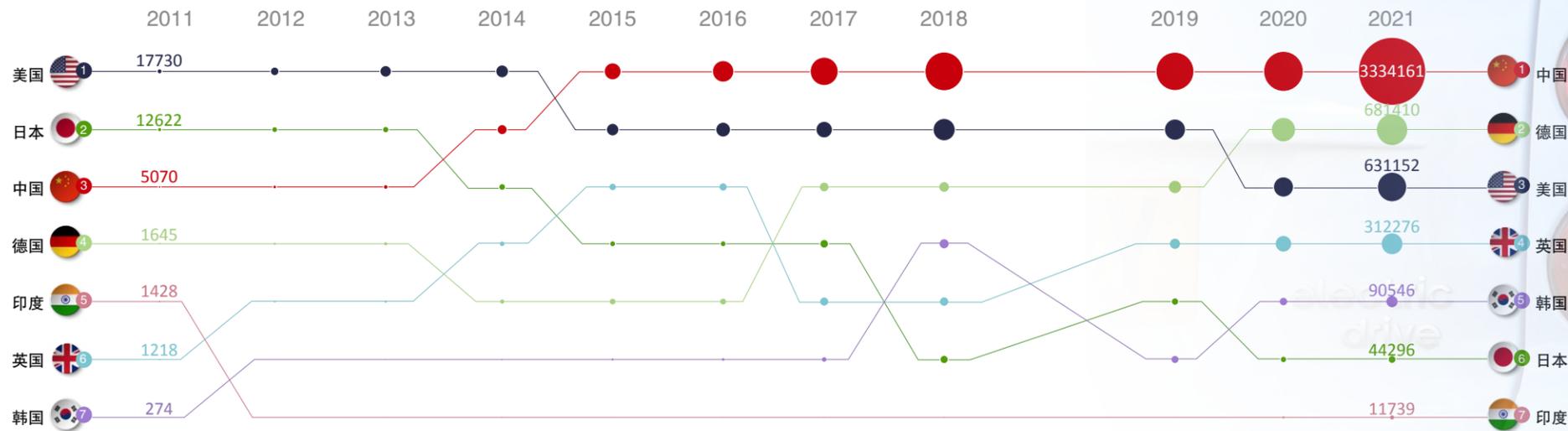


图 5.5 2011-2021 年主要国家新能源乘用车销量与排名

单位：辆

注：除特别说明外，新能源汽车指纯电动汽车和插电式混合动力汽车。

数据来源：国际能源署数据库，欧洲汽车制造商协会

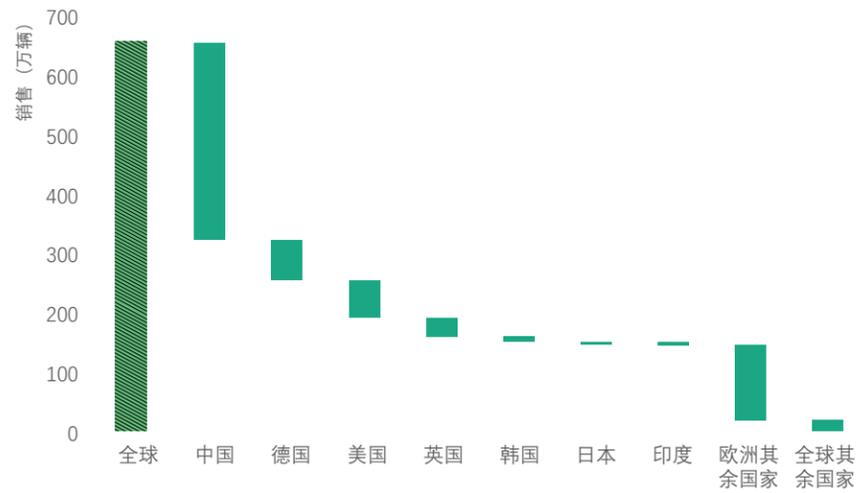


图 5.6 2021 年全球新能源乘用车销量及区域分布

数据来源：国际能源署数据库，欧洲汽车制造商协会

过去十年，全球新能源乘用车销量逆势增长。2011-2021 年，全球乘用车年均增长率为 -0.3%，但新能源乘用车年均增长率高达 63.1%，在全球新冠疫情期间销量仍持续增长。

中国在新能源汽车发展上遥遥领先。2011-2021 年间，中国新能源乘用车的年均增长达到 91.3%，高于全球整体增速。自 2015 年起，中国成为全球第一大新能源乘用车市场，新车销量占全球新能源乘用车市场一半的份额。

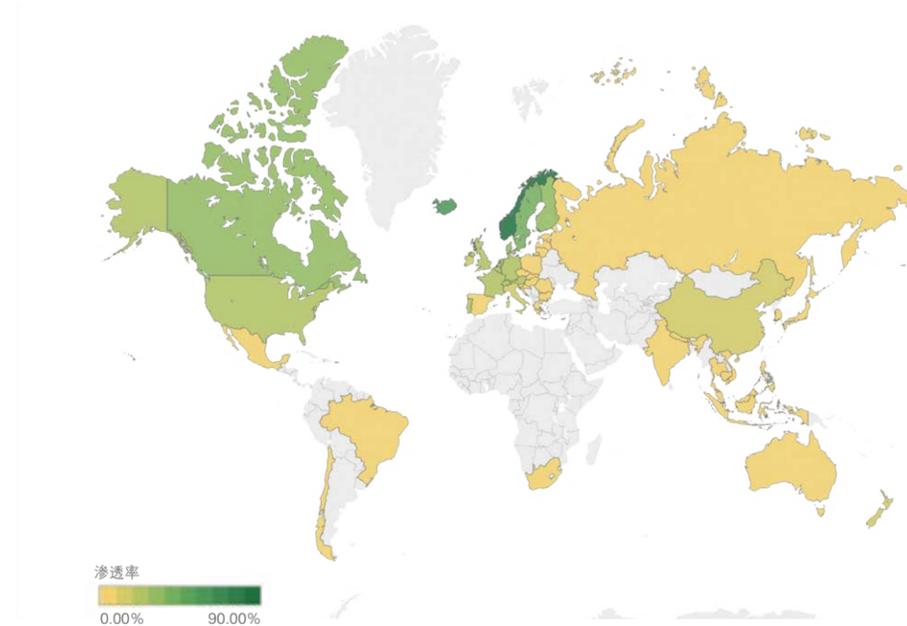


图 5.7 2021 年全球新能源乘用车销量渗透率

- 注：1. 图中地图空白为无数据。
 2. 除特别说明外，各国数据时间为 2021 年，新能源乘用车仅包含纯电动和插电式混合动力，渗透率为新能源乘用车占 2021 年乘用车销量的比例。
 3. 越南、菲律宾、马来西亚、柬埔寨的新能源数据可能包含混合动力、插电式混合动力和纯电动三种驱动类型，可能包含除乘用车以外的车辆类型，如 jeepney、摩托车等。
 4. 越南、菲律宾的新能源销量和机动车销量数据为 2020 年全年数据，尼泊尔新能源车销量数据为 2021 年 4 月至 2022 年 1 月，汽车销量数据为估计值。
 5. 印度尼西亚的新能源车数据和汽车销量数据为 2021 年 1 月 -6 月数据。

数据来源：详见参考文献

2021 年，全球新能源乘用车推广初具规模，销量渗透率达到 11.7% 左右。各国在新能源汽车推广进度上差异较大，2021 年各国销量渗透率范围在 0.1%-86.2% 不等，当前主要推广阵地集中在北美、欧洲和中国。多数亚洲国家的新能源汽车推广尚处于起步阶段，但已相继提出了中长期的新能源汽车发展目标，汽车能源转型未来发展前景广阔。

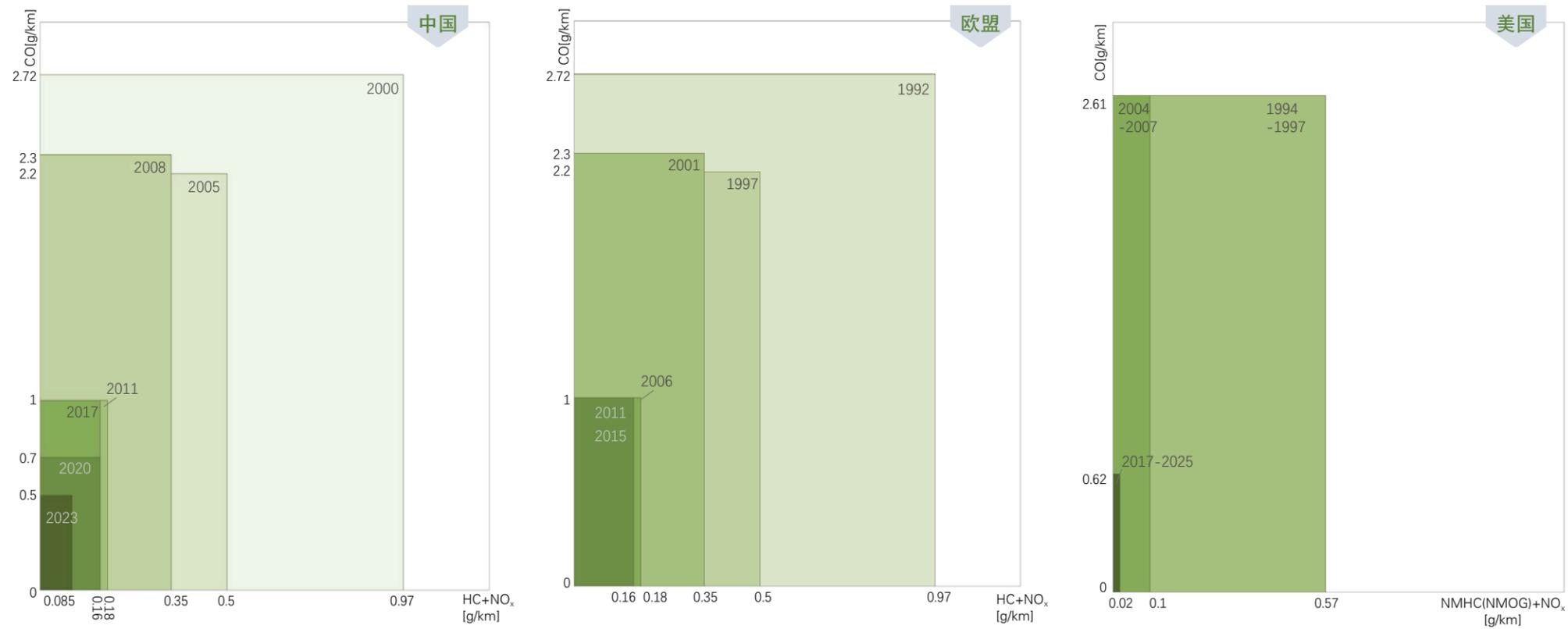


图 5.8 中、欧、美轻型车排放限值演变历程 (以汽油乘用车为例)



图 5.9 中、欧、美、日轻型车排放标准升级时间表 (以汽油乘用车为例)

注：1. 由于不同法规体系测试工况不同，各国限值数值不宜直接比较；日本不同阶段的法规测试工况变化较大，因此报告未呈现日本排放限值演变历程。
 2. 实施时间选择上，中国为符合新标准汽车的销售、注册登记执行日期；欧盟为符合新标准汽车的注册登记执行日期；美国根据车型年逐步加严车队平均排放，图中以阴影表示新阶段标准的推进起始年份和完全实施年份。
 3. 美国轻型车排放标准说明：轻型车测试工况包括 FTP-75 循环和 SFTP 循环，本报告仅展示 FTP-75 限值；美国对汽车中期寿命和全寿命的排放情况进行控制，图中选用全寿命限值；美国轻型车 Tier 2 排放标准提出了车队平均 NO_x 限值，Tier 3 排放标准提出了车队平均 NMOG+NO_x 限值，图中展示单车需满足的排放限值之一，其中 Tier 2 使用 Bin5 限值（相当于车队 NO_x 需达到的平均水平），Tier 3 使用 Bin30 限值（NMOG+NO_x 限值相当于车队 2025 年需要达到的平均水平）；美国轻型车限值单位为 g/mile，本报告中按照 1 英里 (mile)=1.61 千米 (km) 进行转换。
 4. 日本 2009 年实施的后新长期规定和 2018 年实施的未来规定中，汽油乘用车的限值没有变化；欧五和欧六的汽油乘用车限值没有变化。

数据来源：详见参考文献

中国在轻型汽车排放控制上已达到全球领先水平。相比欧美和日本，中国在机动车排放控制上起步较晚，轻型车相同水平限值的实施时间较欧盟滞后 5-8 年，但过去十年中国标准升级速度快，国六 b 较国一阶段相比，CO 限值加严 82%，HC+NO_x 限值加严 91%。

欧美仍在加强轻型车的排放管控，欧盟委员会公布的欧七提案加严了 PN 和 CO 限值，加强了实际行驶污染物排放控制，且提高了全生命周期的耐久性要求。在减污降碳新形势下，中国和其他亚洲国家也面临着继续提高机动车排放标准、增加温室气体排放控制的需求。

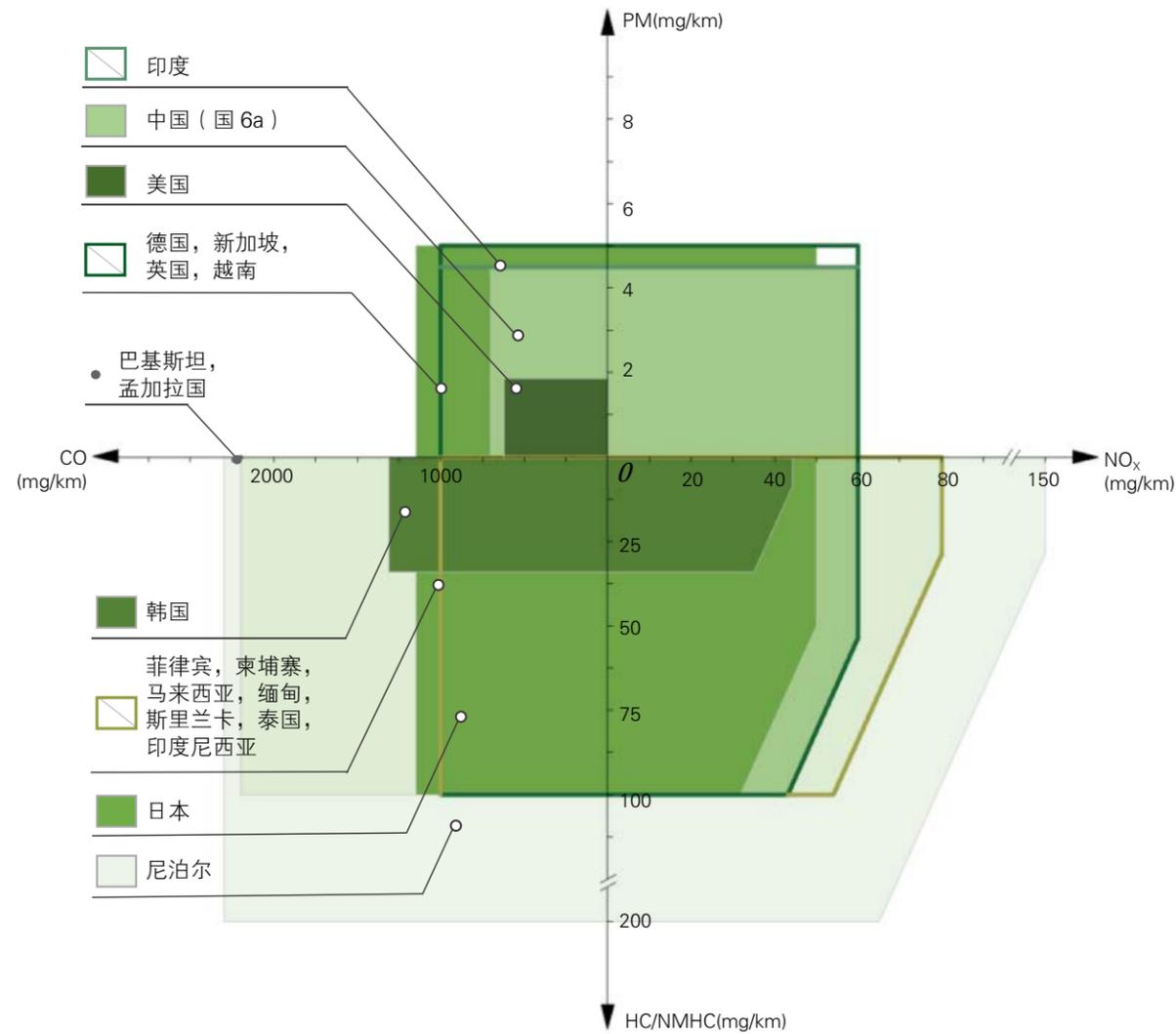


图 5.10 部分国家 / 地区轻型车现行排放限值 (以汽油乘用车为例)

注：1. 由于不同法规体系测试工况不同，各国限值数值不宜直接比较。
 2. 现行标准中，轻型汽油乘用车执行欧四及以前标准的国家没有 PM 限值，包括孟加拉国、泰国、柬埔寨、印度尼西亚、缅甸、菲律宾、尼泊尔、斯里兰卡，其中孟加拉国 HC+NO_x 的限值为 500mg/km。
 3. 图中美国限值选用 Bin30 单车限值，其 NMOG+NO_x 限值相当于车队 2025 年需达到的平均水平。
 4. 韩国现行标准中无 PM 限值。
 5. 新加坡和斯里兰卡现行机动车排放标准，要求本国进口、组装或生产的车辆排放法规满足欧洲或日本排放法规二者之一。
 数据来源：详见参考文献

中国自 2020 年 7 月实施国六 a 标准，在新车限值、蒸发排放控制上较欧六更为严格，轻型车排放法规处于全球最严行列。此前，中国轻型车从国一到国五阶段主要跟随欧盟排放法规体系，现行国六标准则考虑中国实际需求，形成自主的技术标准体系。

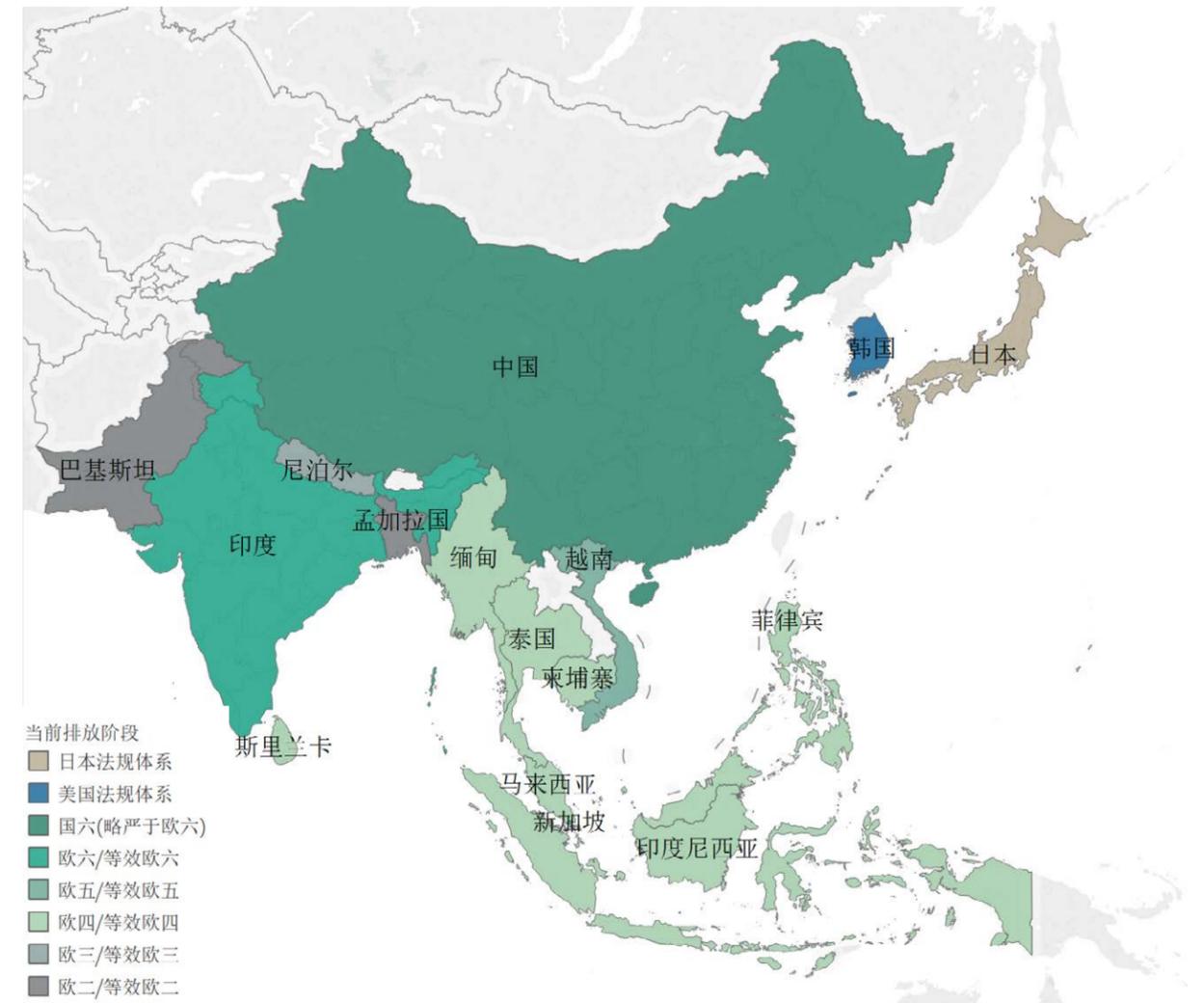


图 5.11 亚洲国家参考的排放法规体系及现行排放阶段 (以汽油乘用车为例)

注：1. 部分国家如新加坡、斯里兰卡要求汽车排放标准满足欧洲或日本排放法规二者之一，本图仅呈现该国选用的欧洲法规排放阶段。
 2. 部分国家如印度、泰国等参考欧盟法规体系制定本国排放标准，由于限值与欧盟不同阶段限值一致，本图呈现该国标准等效的欧洲法规排放阶段。
 数据来源：详见参考文献

欧盟、美国和日本的汽车排放法规是全球三大法规体系。大多数亚洲国家跟随欧盟法规体系，各国现行排放阶段差异较大。其中，亚洲国家中中国、韩国、日本、印度、新加坡轻型车排放限值最为严格，而巴基斯坦、孟加拉国、尼泊尔仍实施欧二、欧三排放限值。近些年，一些亚洲国家已经跨越式进阶到更严格的排放限值，如印度从欧四跨越到欧六，尼泊尔从欧一跨越到欧三、印度尼西亚从欧二跨越到欧四。

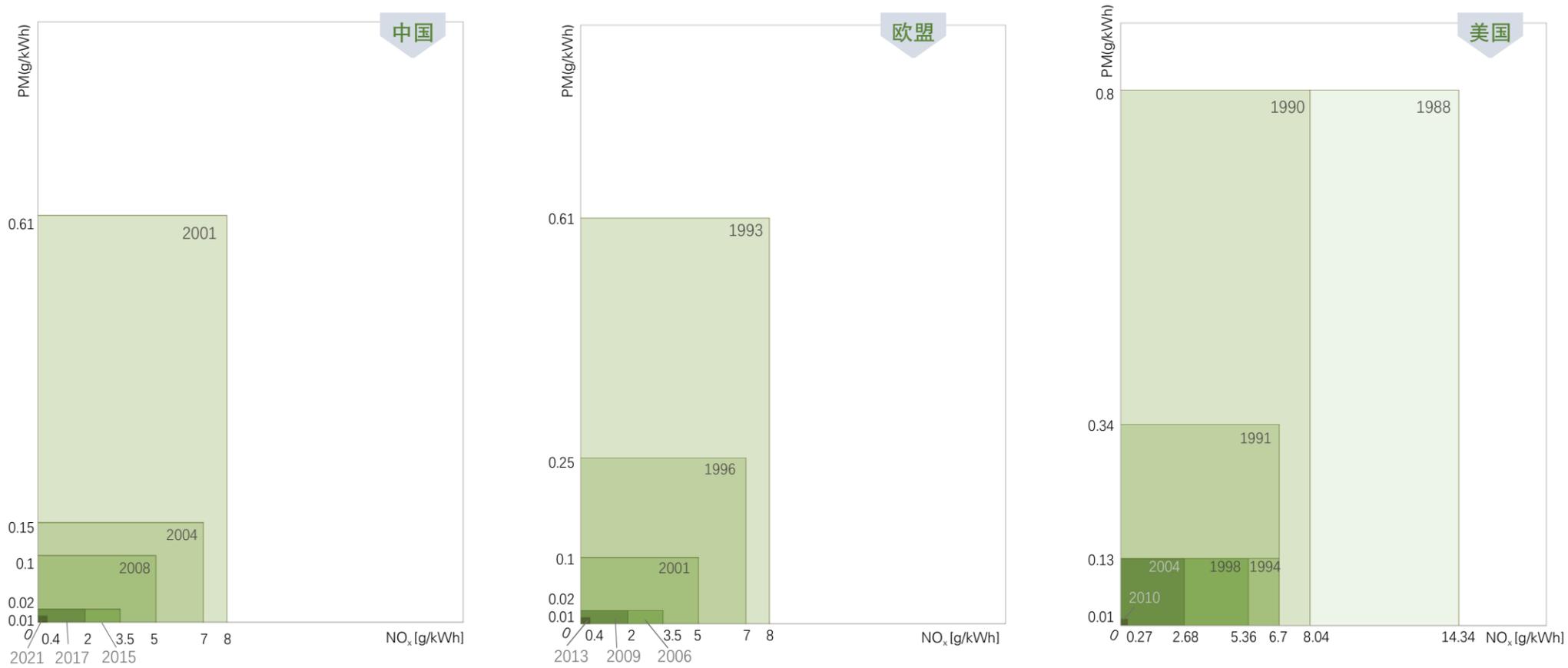


图 5.12 中、欧、美重型车排放限值演变历程 (以重型柴油车为例)

注：1. 由于不同法规体系测试工况不同，各国限值数值不宜直接比较；日本不同阶段的法规测试工况变化较大，因此未呈现日本排放限值演变历程。
 2. 图中美国数据为 FTP 瞬态工况限值，中国和欧盟为稳态工况限值。
 3. 美国重型车指车辆总重量等级 (GVWR) 在 8500lbs (约 3.85 吨) 以上的车辆，进一步细分为轻重型、中重型和重重型。中国、欧盟、日本重型车指 GVW 在 3.5 吨以上的车辆。
 4. 实施时间选择上，中国为符合新标准汽车的销售和注册登记执行日期；欧盟为符合新标准汽车的注册登记执行日期，欧六排放标准在车载道路试验和 OBD 的要求上分 A-E 五个阶段逐步推进，其中欧六-E 新增了冷启动排放要求和颗粒物数量要求，在图中标注了不同阶段推进时间；日本重型车的部分阶段排放标准根据总质量/车辆类型逐步推进，在图中以阴影表示逐步推进年份；美国 2010 年标准计划在 2007 年车型年-2010 年车型年按销售比例逐步实施，实际执行中，2007-2009 年车型年的发动机 NOx 平均值允许为 1.6g/kWh，在图中以阴影标注。

数据来源：详见参考文献



图 5.13 中、欧、美、日重型车排放标准升级时间表 (以重型柴油车为例)

中国在重型车排放控制上虽起步较晚，但升级速度快。过去十年，中国重型车排放标准经历了三次升级，现行的国六标准 NOx 和 PM 限值较上一阶段加严幅度达到 80% 和 50%。

当前，重型车是中国交通运输行业减污降碳的关键。欧美均已提出了重型车面向 2025 年及更长期的温室气体减排目标，而中国重型车碳排放法规尚未出台，且在油耗上距国际先进水平仍有一定差距。在污染物排放限值的限值上，加州已经提出了下一阶段更为严格的超低排放限值，2027 年车型氮氧化物限值较 2020 年限值加严 90%，相比中国国六标准加严幅度也在 90% 以上。中国及亚洲国家亟需强化重型车的中长期减排法规和战略，推动重型车迈向超低排放及零排放。

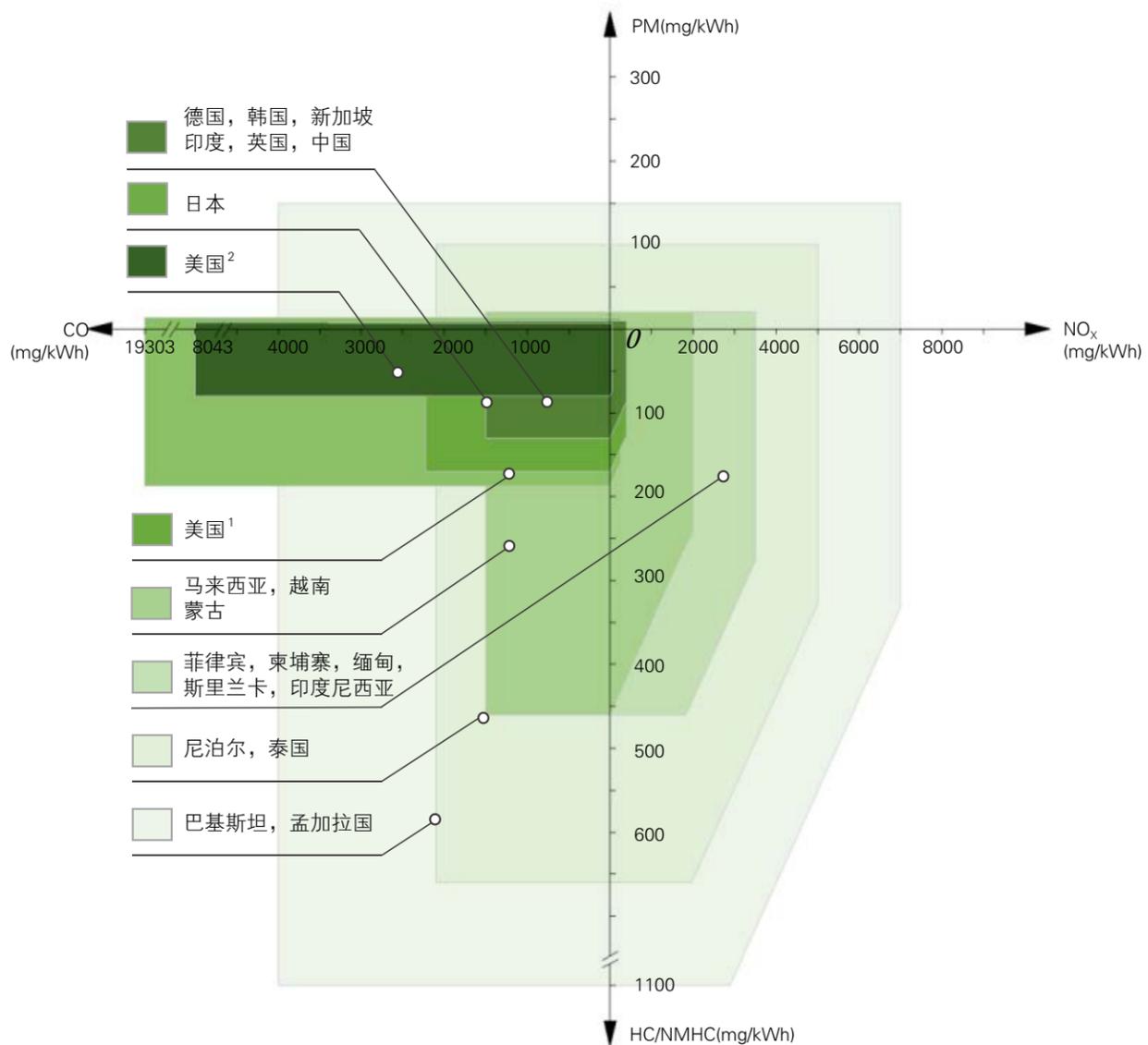


图 5.14 部分国家 / 地区重型车现行排放限值 (以重型柴油车稳态工况法限值为例)

注：1. 由于不同法规体系测试工况不同，各国限值数值不宜直接比较。

2. 美国限值原始单位为 g/bhp · h，根据 0.746g/bhp · h=1g/kWh 进行转换。图中美国 2 为 2027 年实施的下一阶段限值。

数据来源：详见参考文献

中国自 2021 年 7 月全面实施重型车国六 -a 标准，重型车排放法规达到全球先进水平。重型车国六标准结合了欧盟和美国排放法规中的先进之处，在技术标准和合规监管上均大幅加严，创新性的提出了远程排放监控的要求。

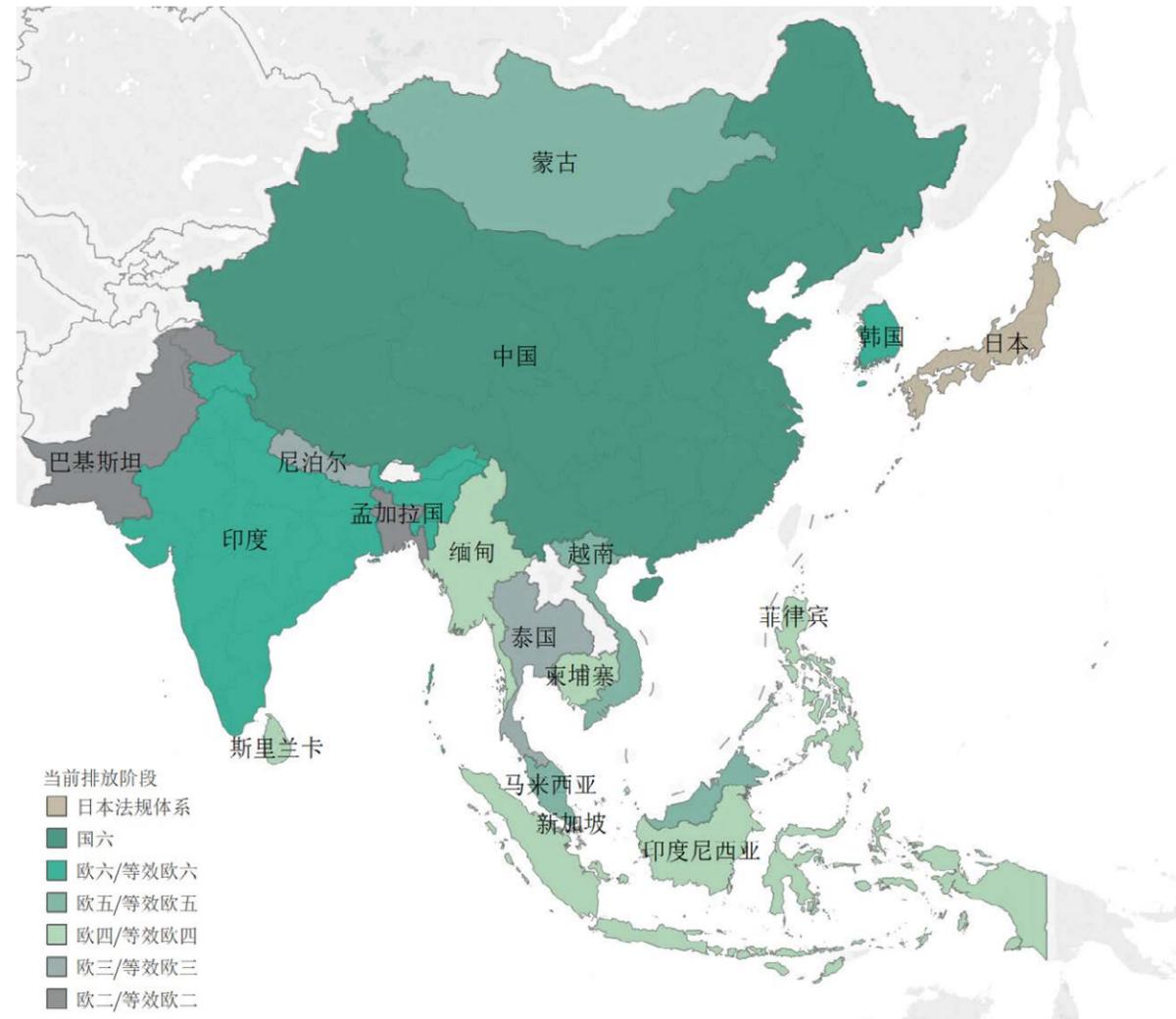


图 5.15 亚洲国家参考的排放法规体系及现行排放阶段 (以重型柴油车为例)

注：1. 部分国家如新加坡、斯里兰卡要求汽车排放标准满足欧洲或日本排放法规二者之一，本图仅呈现该国选用的欧洲法规排放阶段。

2. 部分国家如印度、泰国等参考欧盟法规体系制定本国排放标准，由于限值与欧盟不同阶段限值一致，本图呈现该国标准等效的欧洲法规排放阶段。

数据来源：详见参考文献

大多数亚洲国家跟随欧盟法规体系，各国现行排放阶段差异较大。其中，亚洲国家中中国、韩国、日本、印度、新加坡重型车排放限值最为严格，而巴基斯坦、孟加拉国、尼泊尔和泰国仍实施欧二、欧三排放限值。近些年，一些亚洲国家已经跨越式实施更严格的排放限值，如印度从第四阶段直接跳跃到第六阶段。

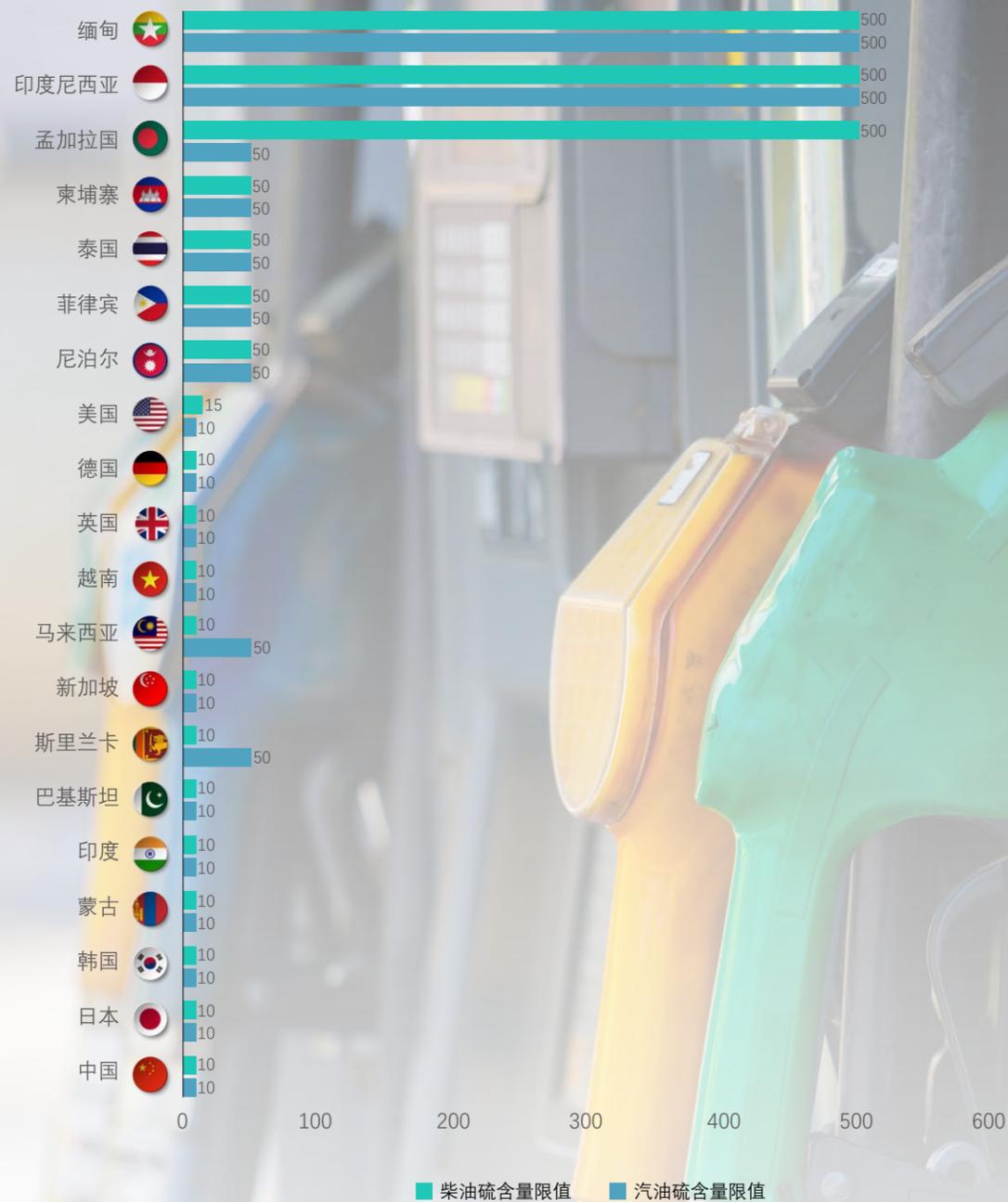


图 5.16 各国现行车用汽油和车用柴油硫含量

单位：ppm

注：1. 孟加拉国汽油硫含量分为常规等级和优选等级，本报告选取适用于高端车型和轻型车的优选等级；柴油硫含量分为达卡、吉大港和全国其他地区分别推进，本报告选取全国其他地区的柴油硫含量，而达卡和吉大港柴油硫含量为 350ppm。

2. 斯里兰卡汽油标准根据辛烷值分为两种，2018 年 7 月更新的 95 辛烷值汽油硫含量为 50ppm，2015 年 3 月更新的 92 辛烷值汽油硫含量为 300ppm；柴油标准分为两种，2018 年 7 月更新的超级柴油 (super diesel) 硫含量为 10ppm，2015 年 5 月更新的常规柴油 (auto diesel) 硫含量为 300ppm。

3. 印度尼西亚柴油根据十六烷值、汽油根据辛烷值分为多个等级，本报告选取 CN48、RON90 的燃油硫含量作为代表。

数据来源：详见参考文献

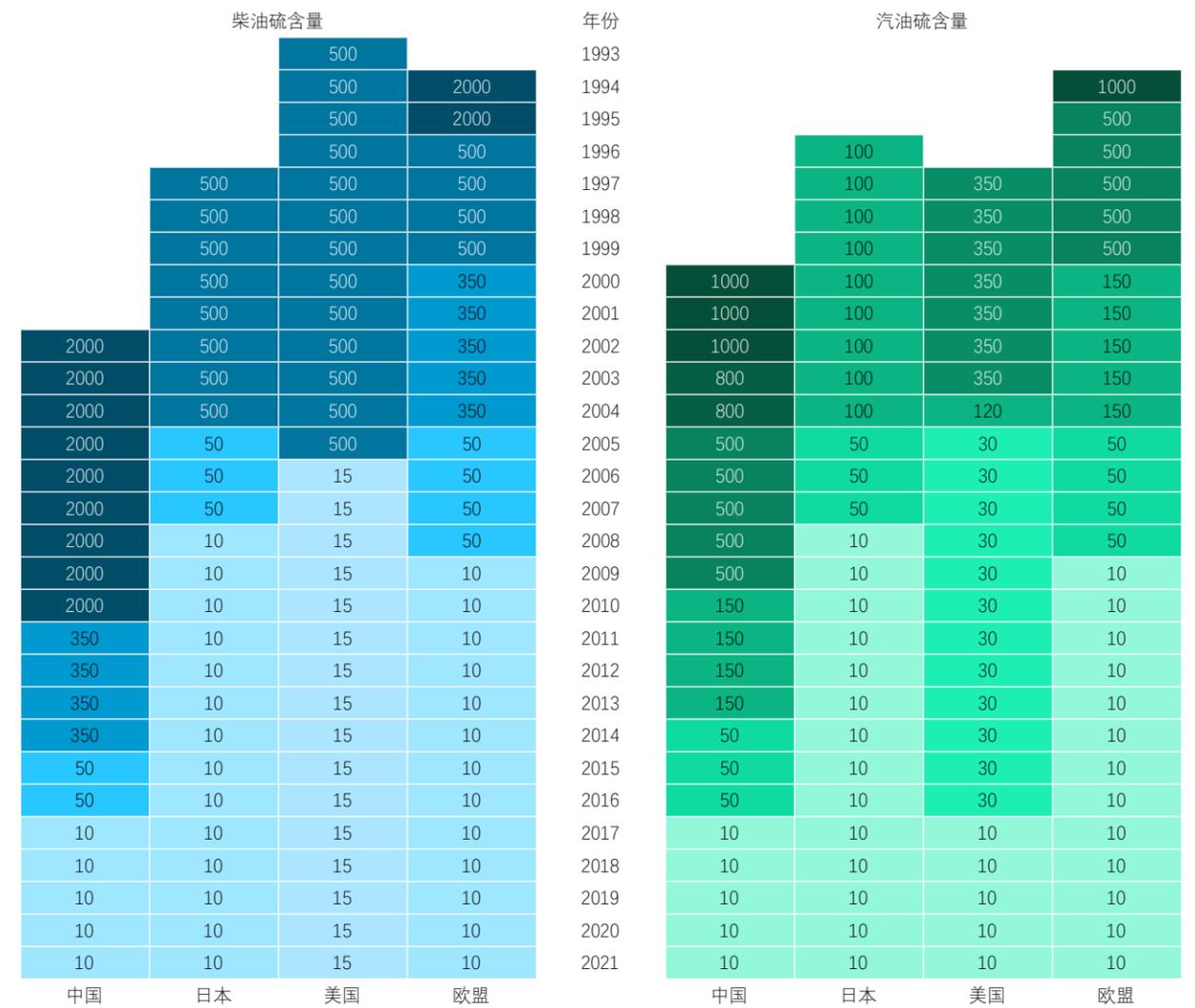


图 5.17 中、日、美、欧车用燃油硫含量限值加严历程

单位：ppm

注：1. 中国《GB/T 19147-2003》提出柴油硫含量限值 500ppm，该标准为推荐性标准，报告未对其进行呈现。

2. 美国汽油硫含量限值采用大型炼油厂 / 进口商平均 (refinery average) 值；2004 年使用企业平均 (corporate average) 值。

数据来源：详见参考文献

近年来，中国燃油低硫化进程迅速，在 2017 年柴油和汽油硫含量限值均降低到 10ppm，达到全球领先水平。

亚洲国家燃油硫含量限值水平差异较大，在 10 ppm-500 ppm 之间。亚洲国家中，中国、日本、韩国、印度、新加坡不仅实施了最严的机动车排放标准，也同步实施了最严格的燃油标准。而孟加拉国、缅甸和印度尼西亚等亚洲国家燃油硫含量限值水平仍处于欧 2 阶段，相对欧美落后二十多年。



序号	名称	设立机构	SOx 控制生效时间	NOx 控制生效时间
1	北美排放控制区	IMO	2012.8.1	2016.1.1
2	美国加勒比海排放控制区	IMO	2014.1.1	2016.1.1
3	波罗的海排放控制区	IMO	2006.5.19	2021.1.1
4	北海排放控制区	IMO	2007.11.22	2021.1.1
5	地中海排放控制区	IMO	预计 2024 或 2025	—
6	加州排放控制区	加州空气资源委员会	2009.7.1	—
7	中国船舶大气污染排放控制区	中国交通运输部	2016.1.1/2019.1.1	2022.1.1
8	韩国船舶硫氧化物排放控制区	韩国海洋水产部	2020.9.1/2022.1.1	—

图 5.18 船舶排放控制区示意图

- 注：1. 在生效时间后建造或重大改造且在 IMO 设立排放控制区航行的船舶柴油发动机，符合 IMO Tier III 氮氧化物排放标准。
2. 加州排放控制区包括加州领海基线外 24 海里内的水域。
3. 中国自 2016 年 1 月 1 日起在珠三角、长三角、环渤海（京津冀）水域设立船舶排放控制区；2019 年 1 月 1 日起扩大船舶大气排放控制区范围，其中沿海控制区包括中国大陆已公布的领海基线外 12 海里内所有海域，内河控制区包括长江干线和西江干线的通航水域。
4. 中国排放控制区关于 IMO-Tier III 阶段 NOx 限值要求，适用于进入沿海控制区海南水域和内河控制区中国籍国内航行船舶所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机。
5. 韩国自 2020 年 9 月 1 日设立船舶硫氧化物排放控制区，包括仁川港、丽水-光阳港、平泽-唐津港、釜山港和蔚山港附近海域。SOx 控制要求 2020 年 9 月 1 日起适用于韩国船舶排放控制区港口停泊的船舶，2022 年 1 月 1 日起适用于进入韩国船舶排放控制区的船舶。

数据来源：详见参考文献

国际远洋航行船舶的大气污染物排放控制统一执行国际海事组织 (IMO) 要求，各国可以向 IMO 申请设立国际排放控制区，在控制区内实施严于全球的船舶大气污染物排放控制要求。目前，IMO 已经先后批准五个国际排放控制区，且其中四个排放控制区均已生效，实施更严格的燃油硫含量限值和发动机排放阶段。

亚洲尚无 IMO 设立的国际排放控制区，中国和韩国通过当地法规设置国内排放控制区，对进入该区域的船舶提出更严格的硫含量限值要求，从而控制船舶硫氧化物和颗粒物排放。



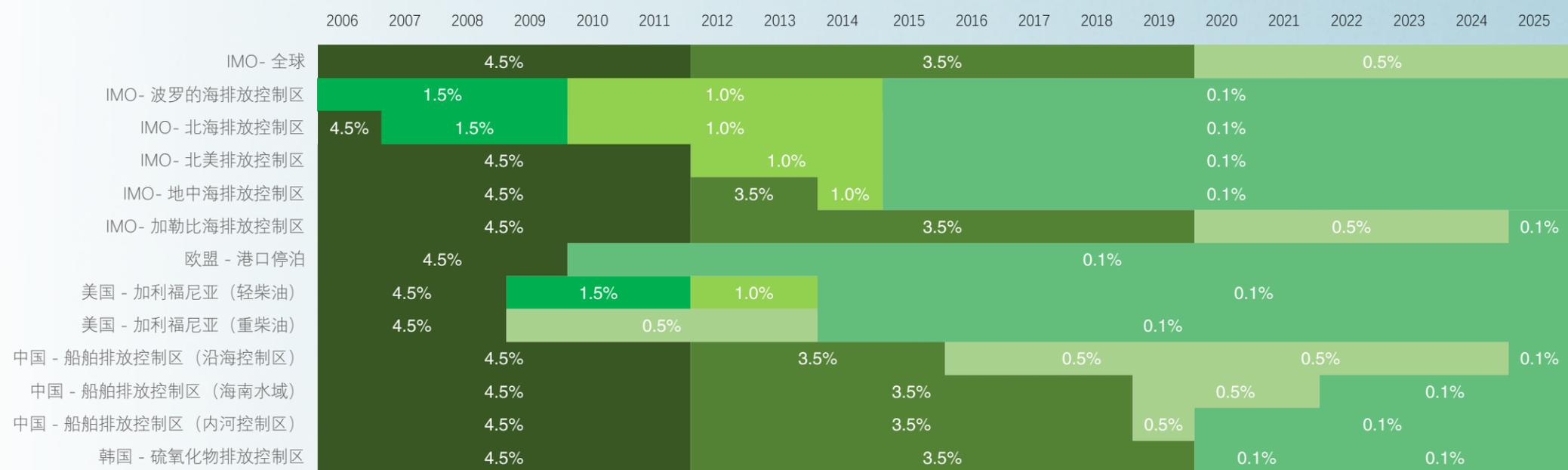


图 5.19 远洋船舶燃油硫含量升级历程

- 注：1.MEPC78 会议批准了指定地中海水域为 SOx 和 PM 排放控制区的 MARPOL 附则 VI 修正案草案，预计将于 2025 年实施。
2. 欧盟要求停靠欧盟港口的船舶在停靠期间使用硫含量 ≤ 0.1%_{m/m} 的船用燃油，但停靠期间使用岸电、关闭发动机或停泊时间小于两小时的船舶不适用。此外，欧盟要求定班客轮在 2020 年 1 月前在欧盟领海、专属经济区等（除北海和波罗的海排放控制区）使用硫含量 ≤ 1.5% 的船用燃油。
3. 中国自 2016 年起在珠三角、长三角、环渤海（京津冀）水域船舶排放控制区。分阶段推进船舶停靠期间使用硫含量 ≤ 0.5%_{m/m} 的船用燃油；2019 年中国船舶排放控制区升级，扩展至全国沿海 12 海里以内水域以及长江和西江干线，全面实施 0.5%_{m/m} 的船用燃油硫含量限值要求。
4. 海船进入中国船舶大气排放控制区实施 0.1%_{m/m} 的船用燃油硫含量限值要求；2020.1.1—内河控制区、2022.1.1—沿海控制区海南水域、2025.1.1—沿海控制区（需评估可行性）。
5. 船舶进入韩国硫氧化物排放控制区实施 0.1%_{m/m} 的船用燃油硫含量限值要求；2020.9.1—港口停泊，2022.1.1—硫氧化物排放控制区。

数据来源：见参考文献

2020 年，全球针对远洋航行船舶开始实施“限硫令”，其燃油硫含量最高限值从 3.5%_{m/m} 加严到 0.5%_{m/m}。

中国通过设置和升级国内船舶排放控制区，分阶段逐步推进远洋和沿海航行船舶在靠泊期间、排放控制区内航行期间使用硫含量 0.5%_{m/m} 的燃油。此外，中国从 2018 年起要求内河船舶使用硫含量 0.001%_{m/m} 柴油，成为内河航运硫含量管控最严的国家之一。

相比欧美地区，进入中国专属经济区航行的远洋和沿海船舶的硫含量要求并非全球最严。欧美地区已经设立了四个 IMO 批准的国际排放控制区，船舶进入国际排放控制区 200 海里内需符合全球最严 0.1%_{m/m} 的燃油硫含量限值，且加州和欧盟通过设置区域排放控制区，要求船舶在 24 海里（加州）或港口停泊期间（欧盟）满足 0.1%_{m/m} 的燃油硫含量限值。



图 5.20 IMO 远洋船舶氮氧化物排放控制历程

注：1. IMO 氮氧化物排放控制要求适用于输出功率超过 130 kW 的船用柴油机。
2. 在实施日期后建造或重大改造的船舶柴油发动机，需满足对应的 NOx 排放阶段。
数据来源：IMO, Special Areas under MARPOL

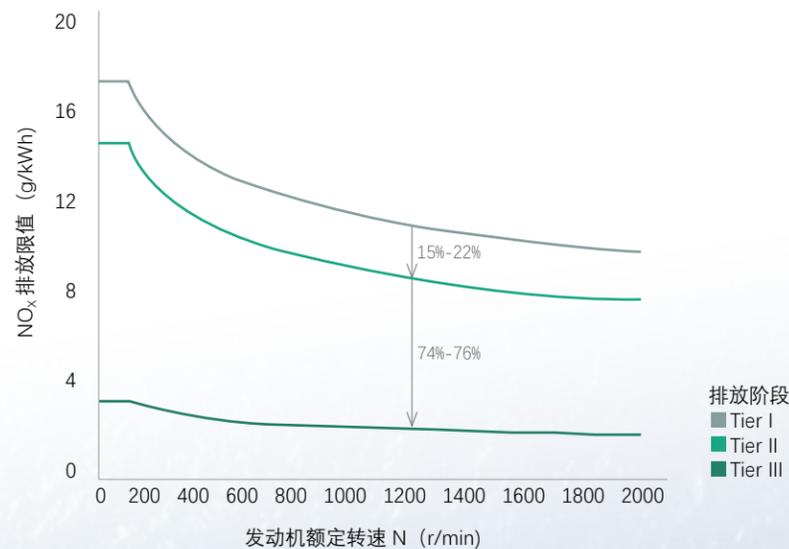


图 5.21 IMO 远洋船舶氮氧化物排放限值

数据来源：MARPOL Annex VI: Prevention of air pollution by ships—Regulation 13

国际远洋航行船舶的发动机排放控制统一执行 IMO 要求，各国可以向 IMO 申请设立国际 NOx 排放控制区，要求进入该区域的远洋船舶满足更严格的发动机排放阶段。

目前，中国尚未申请设立国际 NOx 排放控制区，且根据《联合国海洋公约法》，中国现行的国内船舶排放控制区不能对外国籍远洋船舶的发动机排放控制提出更高要求。因此，进入中国 200 海里内航行的外国籍远洋船舶，只需符合 IMO 的 Tier II。

全球已有 4 个 IMO 批准的国际 NOx 排放控制区实施 Tier III，其 NOx 限值较 Tier II 加严了 74%-76% 不等，这 4 个排放控制区集中在欧美地区。

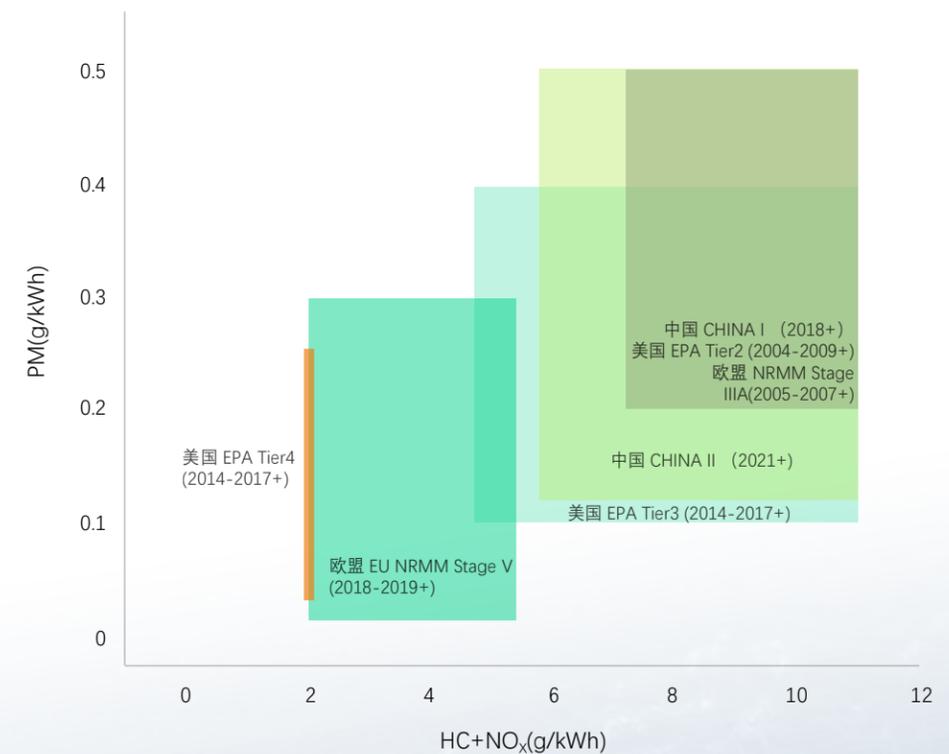


图 5.22 中、欧、美的国内航行船舶发动机大气污染物排放限值

注：1. 图中色块边界代表各组限值的最小值和最大值，各国 / 地区的排放标准根据发动机用途、单缸排量、功率等划分为多组限值。
2. 标注实施时间为发动机型式认证年份。
3. 欧盟对内河船用发动机的排放限值主要包括两个阶段：Stage III -A 和 Stage V。前者主要适用功率 37kw 及以上的内河船机，后者适用 19kw 及以上的内河船机。
4. 本图中中国的标准适用于 GB15097 规定的第 1、2 类船机，即额定功率大于或等于 37kw 并且单缸排量小于 5L 的船机，及单缸排量大于或等于 5L 且小于 30L 的船机。
5. 本图中美国的标准适用于 40 CFR 1042 规定的第 1、2 类船机，主要包括单缸排量小于 30L 的船机，其中 tier2 阶段标准不适用于 37kW 功率以下船机。
数据来源：见参考文献

国内航行船舶的大气污染物排放标准由各国自行制定，中国在该项工作上的起步晚于欧美十年左右。

2016 年，中国首次发布了船舶大气污染物排放标准，但与欧美相比仍有一定差距。2018 年 7 月实施的第一阶段排放限值，和欧盟 Stage III -A、美国 Tier 2 限值一致，相当于我国重型柴油车发动机第二阶段排放控制水平。2021 年 7 月升级实施的第二阶段排放限值，与美国 Tier 3 限值相当，但距离欧美现行限值仍有较大差距。

在污染物管控上，欧盟、美国和中国标准都覆盖了 CO、NOx、PM 和 HC。而欧盟在 Stage V 中对船用柴油机增加了颗粒物数量 (PN) 的要求，对颗粒物排放控制更为精准化。

重点工业行业



图 6.1 2011-2019 年中国粗钢产量和钢铁行业大气污染物排放量

数据来源：中国钢铁工业环境保护统计(2019)，2012-2020 年历年中国统计年鉴

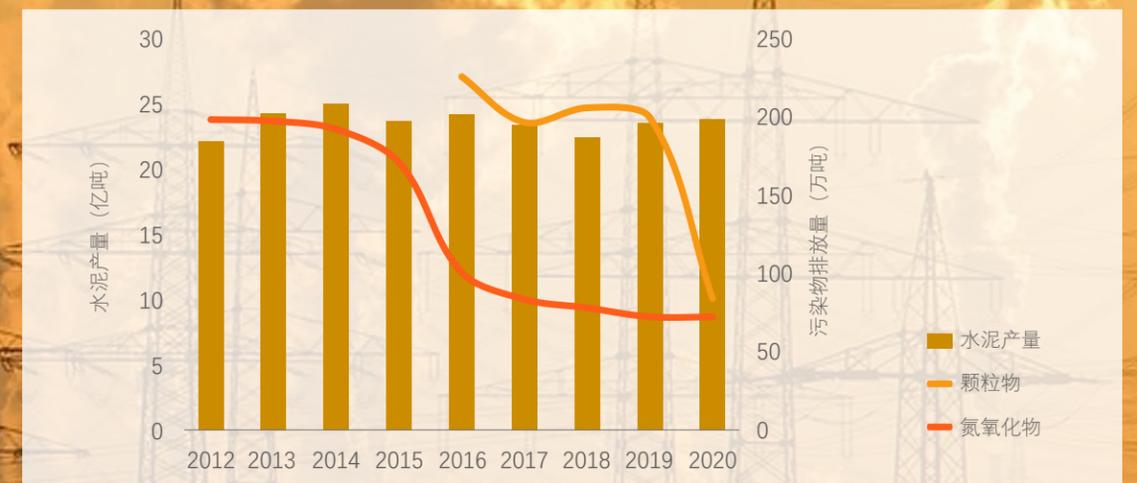


图 6.2 2012-2020 年中国水泥产量和水泥行业大气污染物排放量

数据来源：2012-2020 年中国生态环境统计年报，2013-2021 年历年中国统计年鉴

2010 年后，在全球和国内市场需求拉动下，中国粗钢产量仍在上升。当前，中国贡献了全球粗钢产量一半以上，是美国粗钢产量的 10 倍以上。同时，钢铁行业的主要大气污染物 PM 和 SO₂ 排放量均大幅下降，降幅分别为 45.0% 和 68.7%；NO_x 排放量下降 9.4%。

中国也是水泥生产大国，2020 年的水泥产量达 23.8 亿吨，约占世界水泥产量的六成。但水泥行业的主要大气污染物 NO_x 和 PM 排放量在近年来均大幅下降，降幅分别为 63.5% 和 62.8%。

重点工业行业的污染物的减排主要得益于中国对钢铁、水泥等重点工业行业进行了提标改造，跟随电力行业先后向超低排放迈进。

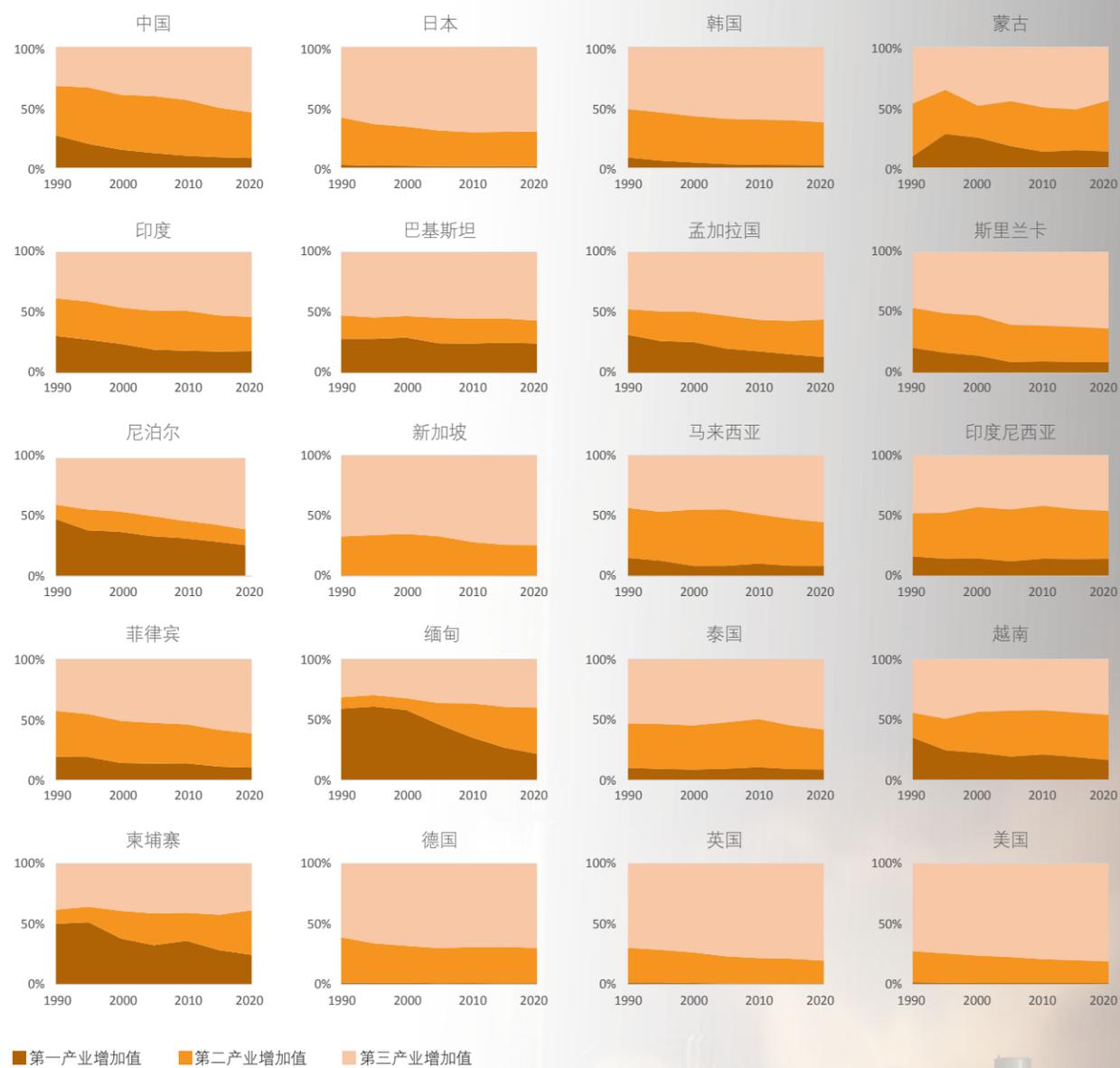


图 6.3 1990-2020 年各国产业结构变化趋势

数据来源：联合国 National accounts 数据库

第二产业在中国经济发展中起到支柱作用，增加值占比长期维持在四成左右。通过积极调整和优化产业结构、推动产业转型升级，中国的产业结构发生明显变化，第三产业增加值稳步上升，第一、二产业增加值占比近年来逐渐缩减。2010-2020 年，中国第二产业增加值占比由 46% 降至 38%。

印度、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾和泰国的第二产业增加值占比也在近十年有小幅下降。缅甸和柬埔寨的第二产业增加值占比呈现稳定上升的趋势。

相比之下，日本、韩国、新加坡、德国、英国和美国这些发达国家已经历过工业的迅速发展时期，进入以第三产业为主的后工业时代。这些国家的第二产业增加值占比普遍维持在 30% 左右或以下。

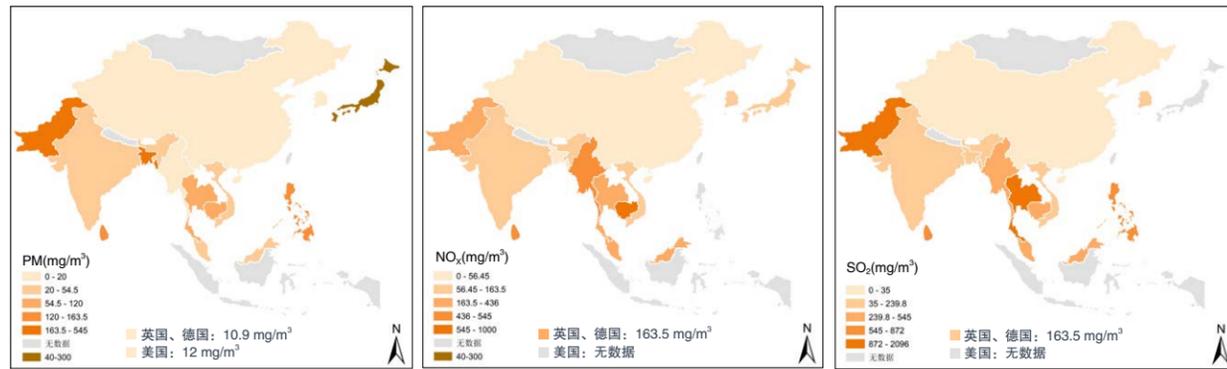


图 6.4 各国钢铁行业现行大气污染物排放限值

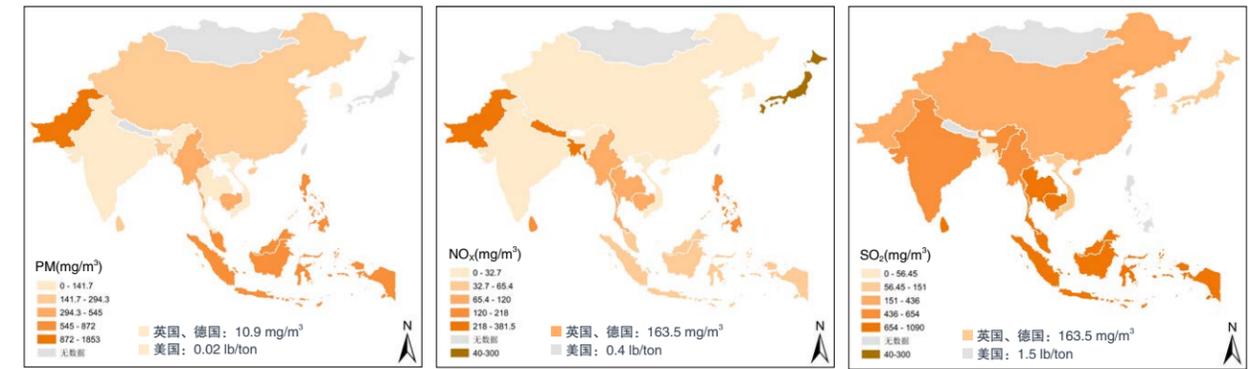


图 6.6 各国水泥行业现行大气污染物排放限值

- 注：1. 欧盟的标准针对的是大于 300MW 以上设施。
 2. 中国的限值是超低排放政策要求的限值。
 3. 缅甸的颗粒物标准是 PM₁₀ 的标准限值。
 4. 日本没有统一的 SO₂ 国家排放标准，取决于 K 值。根据排气口高度 (He) 和分配给各个区域的 K 值来设定。
 5. 日本的 PM 排放标准是一个范围 (30-400mg/m³)。
 6. 印度的标准选择了更全面的针对高炉的排放标准。
 7. 马来西亚的标准主要针对的是烧结机；巴基斯坦的标准主要针对的是高炉；菲律宾的标准主要针对的是冶炼炉；美国的标准主要针对的是电弧炉，其他国家的钢铁行业排放标准未针对特定设备，所有工序通用。

- 注：1. 欧盟的标准针对的是大于 300MW 以上设施。
 2. 缅甸的颗粒物标准是针对 PM₁₀ 的标准限值。
 3. 日本没有统一的 SO₂ 国家排放标准，取决于 K 值。根据排气口高度 (He) 和分配给各个区域的 K 值来设定。一般排放标准：K=3.0-17.5；特殊排放标准：K=1.17-2.34。
 4. 日本的 PM 排放标准是一个范围 (30-400mg/m³)。

数据来源：各国官方发布的排放标准，详见参考文献

数据来源：各国官方发布的排放标准，详见参考文献

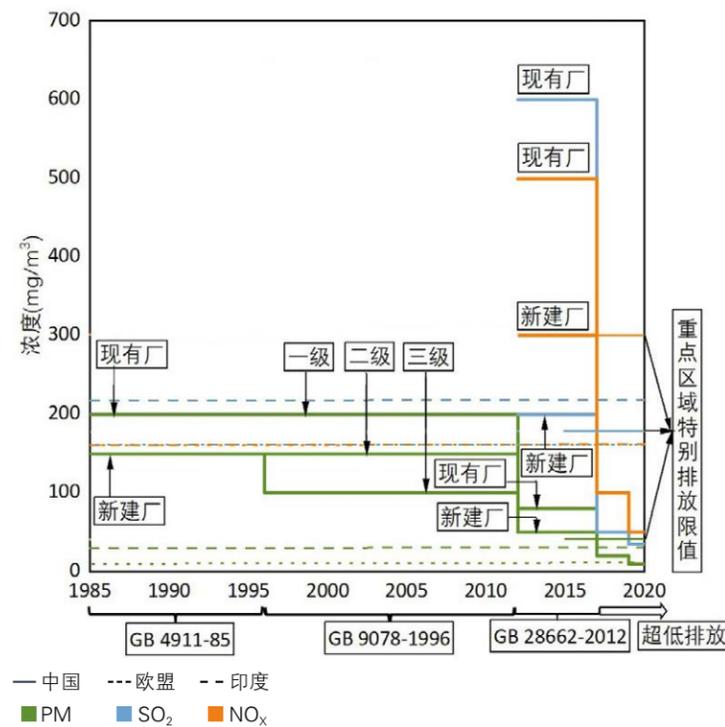


图 6.5 中国钢铁行业大气污染物排放限值升级历程

注：一级、二级和三级对应中国国家标准 GB3095-1996《环境空气质量标准》中的一、二、三类功能区。
 数据来源：详见参考文献

中国钢铁行业的大气污染物排放控制起步较晚，但在过去十年间排放标准升级较快，目前已进入超低排放限值阶段，达到全球领先水平。现行的超低排放要求中的 PM、SO₂ 和 NO_x 的限值分别为 10、35 和 50mg/m³，相比最初 1985 年的标准分别加严了 95%、94% 和 90%，其中 SO₂ 和 NO_x 的排放限值分别是欧盟标准的 1/5 和 1/3。

亚洲各国钢铁行业的现行排放管控要求差异较大，中国、越南、韩国、印度的限值相对严格；巴基斯坦、柬埔寨、泰国等国较为宽松，三项污染物限值均是中国超低排放标准限值的 10 倍以上。

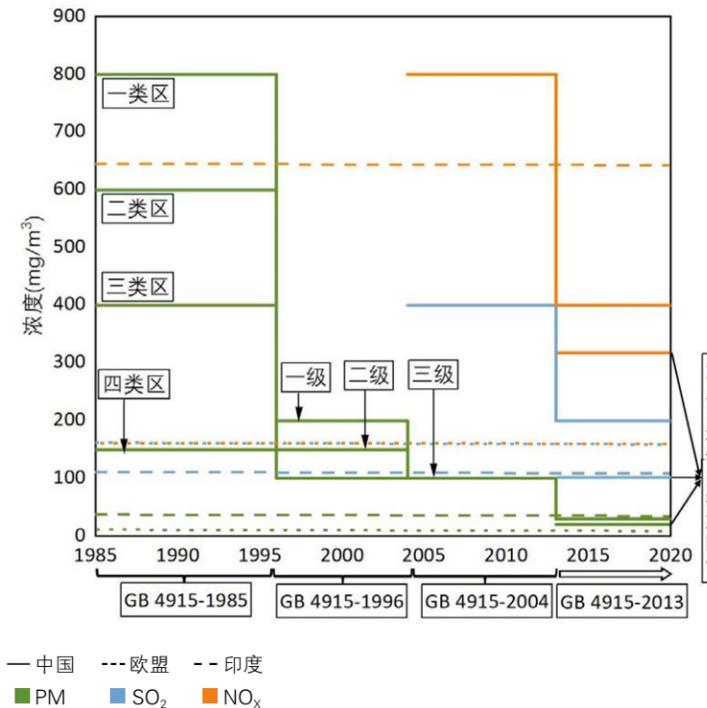


图 6.7 中国水泥行业大气污染物排放限值升级历程

注：图中的一类区、二类区、三类区和四类区是根据水泥企业的生产特点和所处地区划分的四个类区。一类区是指国家规定的特殊要求的地区；二类区是指滨海和内地重要城市的近郊区，县城的居民区和商业交通居民混合区；三类区是指普通城市的远郊区、县城的近郊区和独立的工业区；四类区是指污染程度轻的城镇和偏僻的农村。
 数据来源：详见参考文献

中国水泥行业的大气污染物排放标准共经过三次修订，现行标准的 PM、SO₂ 和 NO_x 的限值分别为 30、200 与 400mg/m³，相比最初 1985 年的标准分别加严了 96%、50% 和 40%，严于大部分亚洲国家，与韩国、越南以及欧盟标准仍有差距。随着中国即将全面开展水泥行业的超低排放改造，排放限值要求将会进一步大幅加严。

亚洲各国水泥行业的现行排放管控要求差异较大，韩国、越南、中国的限值相对严格，柬埔寨、巴基斯坦、斯里兰卡等国家的标准较为落后，三项污染物限值均是中国标准限值的 3 倍左右。

环境空气质量标准 (GB 3095-2012). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqhjlz/201203/t20120302_224165.shtml

Environmental Quality Standards in Japan. <https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.html#header>

RoK National ambient air quality standard. http://www.airkorea.or.kr/web/contents/contentView/?pMENU_NO=160&cntnts_no=16

Mongolian ambient air quality standards (MNS 4585: 2016). Mongolian ambient air quality standards (MNS 4585: 2016)

India National Ambient Air Quality Standards. https://cpcb.nic.in/uploads/National_Ambient_Air_Quality_Standards.pdf

Pakistan National Environmental Quality Standards for Ambient Air. <https://mocc.gov.pk/SitelImage/Misc/files/NEQS%20for%20Ambient%20Air.pdf>

National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for Bangladesh. Monthly Air Quality Monitoring Report. http://case.doe.gov.bd/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=9

Sri Lanka National Environmental (Ambient Air Quality) Regulations. <http://www.cea.lk/web/en/acts-regulations>

Nepal National Ambient Air Quality Standards, 2012. Air quality status of Nepal 2016-2020 Main report. <https://www.doenv.gov.np/>

Singapore Ambient Air Quality Targets. <https://www.nea.gov.sg/our-services/pollution-control/air-pollution/air-quality>

Philippines National Ambient Air Quality Standards. National Air Quality Status Report 2008-2015. <https://air.emb.gov.ph/wp-content/uploads/2019/04/National-Air-Quality-Status-Report-2008-20151.pdf>

Malaysia Ambient Air Quality Standard. <https://www.doe.gov.my/2021/10/04/standard-kualiti-udara>

Thailand National Ambient Air Quality Standards. <http://www.air4thai.com/webV3/#/Download>

Vietnam National Technical Regulation on Ambient Air Quality (QCVN 05: 2013/BTNMT). <https://luatvietnam.net/en/the-national-technical-regulation-on-ambient-air-quality-vbpl55453.vlo>

Indonesia National Ambient Air Quality Standards. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>

National Environmental Quality (Emission) Guidelines. https://data.opendevlopmentmyanmar.net/library_record/national-environmental-quality-emission-guidelines_2015-dec-29

U.S. National Ambient Air Quality Standards. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

EU air quality standards. https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/eu-air-quality-standards_en

The Air Quality Standards Regulations 2010. <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2010/1001/contents/made>

Germany Ambient Air Quality Standards. http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39

WHO global air quality guidelines. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines>

Air Quality Life Index 2022 Annual Update. <https://aqli.epic.uchicago.edu/reports/?visitorCountryCode=CN&l=en>

Annual Vehicle Statistics 2021. https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltagov/who_we_are/statistics_and_publications/statistics/pdf/MVP01-4_MVP_by_fuel.pdf

Plugging into the Future with EV Mobility. <https://www.nationthailand.com/specials/40015527>, 2022.5.13.

The Future of Vietnam's Electric Vehicle Market. <https://www.viettonkinconsulting.com/news/the-future-of-vietnams-electric-vehicle-market/>, 2022.6.7.

As Evs Sales Soar in Nepal, Companies are Aggressively Installing Charging Stations. <https://www.nepallivetoday.com/2022/02/09/as-evs-sales-soar-in-nepal-companies-are-aggressively-installing-charging-stations/>, 2022.2.9.

Only 274 EVs sold in Malaysia in 2021. <https://paultan.org/2022/01/20/only-274-evs-sold-in-malaysia-in-2021-big-jump-for-electric-vehicles-in-2022/>, 2022.1.20.

Cambodia builds up EV infrastructure to supercharge electric ambitions. <https://kr-asia.com/cambodia-builds-up-ev-infrastructure-to-supercharge-electric-ambitions>, 2022.5.10.

Philippine EV Sales Were Hurt Badly By Pandemic, But EV Association Sees A Silver Lining. <https://www.carguide.ph/2021/09/philippine-ev-sales-were-hurt-badly-by.html>, 2021.11.23.

巴基斯坦排放标准 S.R.O.72(KE)/2009. <https://www.pama.org.pk/emission-standards/>.

巴基斯坦排放标准 . <https://profit.pakistantoday.com.pk/2020/08/23/pakistans-ev-future/>.

Denr Administrativer Order No.2015-04, Implementation of Vehicle Emission Limits for Euro 4/IV, and In-Use Vehicle Emission Standards. <https://www.slideshare.net/KirschenSy/denr-administrative-order-no-2015-04-implementation-of-vehicle-emission-limits-for-euro-4-and-inuse-vehicle-emission-standards>.

韩国排放标准 . <https://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-light-duty-emissions/>.

韩国排放标准 . <https://climatepolicydatabase.org/policies/heavy-duty-emissions-standards-korea>.

Air Quality Management In Cambodia. https://www.unescap.org/sites/default/files/12.%20Air%20Quality%20Management%20in%20Cambodia_MoE.pdf.

Advancing ASEAN's Fuel Economy & Emissions Standards, Post Pandemic June 2021. <https://www.eu-asean.eu/wp-content/uploads/2022/02/Advancing-ASEANs-Fuel-Economy-Emissions-Standards-Post-Pandemic-2021.pdf>.

Regulations for Smog, Soot, and Other Air Pollution from Passenger Cars & Trucks. <https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/regulations-smog-soot-and-other-air-pollution-passenger>.

Regulations for Smog, Soot, and Other Air Pollution from Commercial Trucks & Buses. <https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/regulations-smog-soot-and-other-air-pollution-commercial>.

蒙古排放标准 . <https://edukr.ru/mn/gas-stations---gas-stations/trebovaniya-k-dvigatelim-evro-2-udalenie-katalizatora-plyusy-i/>.

孟加拉国排放标准, 2022 年空气污染 (控制) 条例 . https://moef.portal.gov.bd/sites/default/files/files/moef.portal.gov.bd/page/6ee9d54b_b349_4e85_b0da_6df1225285cb/_compressed.pdf.

缅甸排放标准, Automotive Policy. <https://www.industry.gov.mm/announcements/232>.

Developing Clean and Efficient Vehicle and Fuel Policy for Nepal, https://www.globalfueleconomy.org/media/597462/11_nepal_developing-clean-and-efficient-vehicle-policy-in-nepal.pdf.

欧盟排放标准 ,91/542/EEC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0542&from=EN>.

欧盟排放标准, Directive 1999/96/EC. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:044:0001:0155:EN:PDF>.

- 欧盟排放标准, Regulation (EC) No 595/2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R0595-20200901&from=EN>.
- 欧盟排放标准, Directive 93/59/EC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0059&qid=1669386948340&from=EN>.
- 欧盟排放标准, Directive 98/69/EC. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9ee5d16b-1a4a-4a72-ac90-5e3a0bb1d745.0008.02/DOC_1&format=PDF.
- Regulation (EC) No 715/2007. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0715&qid=1669386486364&from=EN>.
- Commission proposes new Euro 7 standards to reduce pollutant emissions from vehicles and improve air quality. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6495.
- The Motor Industry of Japan 2012. <https://www.jama.org/wp-content/uploads/2013/12/The-Motor-Industry-of-Japan-2012-Publications-Industry-Report-2012.pdf>.
- Vehicular Exhaust Emission Standards For Importation, Manufacturing Or Assembling Of Vehicles. https://www.cea.lk/web/images/pdf/airqulity/6_Gazette_English_-_12.07.2018.pdf.
- 泰国排放标准. <https://service.tisi.go.th/fulltext/TIS-2315-2551m.pdf>.
- Positive Ignition Engined Vehicles: Safety Requirements; Emission from Engine, Level 8. https://service.tisi.go.th/fulltext/TIS-2540-2554m_Auto1992.pdf.
- Environmental Protection and Management (Vehicular Emissions). <https://sso.agc.gov.sg/SL/EPMA1999-RG6>.
- 印度排放标准, G.S.R. 187(E) 2016 年中央机动车辆修订规则. <https://www.transportpolicy.net/wp-content/uploads/2021/08/GSR-187E.pdf>.
- Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number P.20 / MENLHK / SETJEN / KUM.1 / 3/2017 concerning Quality Standards for Exhaust Emissions of New Types of Motor Vehicles Category M, Category N, and Category O.
- Industry Ministry supports the development of Euro 4 vehicles. <https://en.antaranews.com/news/232937/industry-ministry-supports-the-development-of-euro-4-vehicles>.
- 越南排放标准, 越南政府第 49/2011/QĐ-TTg 号决议. <https://vbpl.vn/TW/Pages/vbpq-toanvan.aspx?ItemID=26788&Keyword=49/2011/QD-TTg>.
- 越南排放标准. https://vinfastauto.com/vn_vi/tieu-chuan-khi-thai-euro-la-gi-quy-dinh-ap-dung-o-viet-nam.
- 车用压燃式发动机排气污染物排放限值及测量方法 (GB17691-2001). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/200104/t20010416_67419.htm.
- 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法 (中国 III、IV、V 阶段) (GB17691-2005). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/200701/t20070101_67495.htm.
- 重型柴油车污染物排放限值及测量方法 (中国第六阶段) (GB17691-2018). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/201807/t20180703_445995.shtml.
- GB18352.1-2001 轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (I) (GB18352.1-2001). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/200104/t20010416_67420.shtml.
- 轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (II) (GB18352.2-2001). <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=F7A8DCC295C39F02361698B0DE78B698>.
- 轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国 III、IV 阶段) (GB18352.3-2005). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/200707/t20070701_66145.shtml.
- 轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国第五阶段) (GB18352.5-2013). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/201309/t20130917_260352.shtml.
- 轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国第六阶段) (GB18352.6-2016). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/201612/t20161223_369476.shtml.
- 中国汽油标准.《车用汽油》(GB 17930-2016)
- 中国汽油标准.《车用汽油》(GB 17930-2013)
- 中国汽油标准.《车用汽油》(GB 17930-2011)
- 中国汽油标准.《车用汽油》(GB 17930-2006)
- 中国汽油标准.《车用无铅汽油》(GB 17930-1999)
- 中国柴油标准.《车用柴油》(GB 19147-2016)
- 中国柴油标准.《车用柴油》(GB 19147-2013)
- 中国柴油标准.《车用柴油》(GB 19147-2009)
- 中国柴油标准.《车用柴油》(GB/T 19147-2003)
- 我国汽油质量升级时间表. http://www.gov.cn/jrzq/2013-12/18/content_2550618.htm
- JAPAN: FUELS: DIESEL AND GASOLINE. <https://www.transportpolicy.net/region/asia/japan/>
- SOUTH KOREA: FUELS: DIESEL AND GASOLINE. <https://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-fuels-diesel-and-gasoline/>
- 蒙古柴油标准, MNS 0216: 2017. <https://estandard.gov.mn/standard/reader/1810>
- 蒙古汽油标准, MNS 0217: 2017. <https://estandard.gov.mn/standard/reader/1813#4-mnptjknvgyhsdadp.jpg>
- Clean Fuels and Vehicle in Asia. <http://www.airqualityandmobility.org/PCFV/PDF/CleanFuelsVehiclesinAsiaUpdate.pdf>
- Govt orders all petrol, diesel imports be Euro-V compliant as oil companies protest move. <https://www.dawn.com/news/1567870>
- Revisions of vehicular emission standards for Bangladesh (Bdes-2 and Bdes-3), Draft Final Report - Part 1. http://case.doe.gov.bd/file_zone/reports_publications/standards/Revisions%20of%20Vehicular%20Emission%20Standards%20for%20Bangladesh.pdf
- VEHICLE EMISSION STANDARDS VERSUS EURO TECHNOLOGIES IN SRI LANKAN CONTEXT. https://baq-2018.org/wp-content/uploads/2018/11/November-13_Tuesday_2_3_Vehicle-Emission_Jayatilake.pdf
- In futile exercise, Nepal imports new generation fuel for old generation vehicles. <https://kathmandupost.com/money/2022/02/25/nepal-importing-new-generation-fuel-for-old-generation-vehicles>
- Information on Asia-Pacific Fuel Quality Standards and their Implications for New Zealand. <https://www.mbie.govt.nz/assets/179bd09fa6/asia-pacific-fuel-quality-standards.pdf>
- Implementation of Vehicle Emission Limits for Euro 4/IV, and In-Use Vehicle Emission Standards, DENR ADMINISTRATIVE ORDER No. 2015-04. <https://www.denr.gov.ph/>
- Malaysia postpones Euro 4M implementation to January 2020. <https://www.fuelsandlubes.com/malaysia-postpones-euro-4m-implementation-january-2020/>
- Thailand switches to Euro IV standard for gasoil, gasoline. <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/oil/010212-thailand-switches-to-euro-iv-standard-for-gasoil-gasoline>
- 50 PPM Sulfur Diesel Dominates in 15 Countries with Two or More Diesel Market Grades. <https://stratasadvisors.com/Insights/2019/071919-Diesel-Market-Share>

- 印度尼西亚汽油标准, SK 933/2013. https://jdih.esdm.go.id/peraturan/Kepdirjenmgs_Nomor_933.K_10_DJM.S_2013.pdf
- EPA's Program for Cleaner Vehicles and Cleaner Gasoline. http://fbaum.unc.edu/lobby/024_Low-sulfur_Gasoline/Agency_Activities/EPA/EPA%27s_Program_for_Cleaner_Vehicles_and_Cleaner_Gasoline.htm
- Diesel Fuel Dates Chart. <https://www.epa.gov/diesel-fuel-standards/supporting-documents-diesel-fuel-standards>
- Amendments Related to Tier 3 Motor Vehicle Emission and Fuel Standards, Nonroad Engine and Equipment Programs, and MARPOL Annex VI Implementation. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-02-19/pdf/2015-02846.pdf>
- Council Directive 93/12/EEC of 23 March 1993 relating to the sulphur content of certain liquid fuels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0012&from=EN>
- Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0070&from=EN>
- Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0070&from=EN>
- Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0030&from=EN>
- IMO, MARPOL Annex VI: Prevention of air pollution by ships.
- IMO, Special Areas under MARPOL. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Special-Areas-Marpol.aspx>.
- IMO, MEPC78. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MEPC-78th-session.aspx>.
- IMO, Fourth IMO Greenhouse Gas Study, 2021.
- 珠三角、长三角、环渤海（京津冀）水域船舶排放控制区实施方案. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/haishi/202006/t20200630_3319179.html, 2015.12.5.
- 船舶大气污染物排放控制区实施方案. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/haishi/202008/t20200828_3457437.html
- SPECIAL ACT ON THE IMPROVEMENT OF AIR QUALITY IN PORT AREAS, 2019.12.24.
- California Air Resources Board, FUEL SULFUR AND OTHER OPERATIONAL REQUIREMENTS FOR OCEAN-GOING VESSELS WITHIN CALIFORNIA WATERS AND 24 NAUTICAL MILES OF THE CALIFORNIA BASELINE.
- 欧盟, DIRECTIVE 1999/32/EC, 2005.8.11.
- 欧盟, DIRECTIVE 2016/802, 2016.5.11.
- 船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)(GB 15097-2016). https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqydywrwpfbz/201608/t20160830_363272.shtml.
- 欧盟, Stage V: REGULATION (EU) 2016/1628, 2022.7.17.
- 欧盟, Stage VIII: DIRECTIVE 2004/26/EC, 2004.5.20
- 美国, 40 CFR-PART 1042-CONTROL OF EMISSIONS FROM NEW AND IN-USE MARINE COMPRESSION-IGNITION ENGINES AND VESSELS, 2021.6.29.
- India Industry Specific Standards. <https://cpcb.nic.in/uploads/Industry-Specific-Standards/Effluent/38-petrochemical.pdf>
- National Environmental Quality Standards Municipal and Liquid Industrial Effluent. <https://mocc.gov.pk/SitelImage/Misc/files/National%20Environmental%20Quality%20Standards%20for%20Municipal%20and%20Liquid%20Industrial%20Effluents.pdf>
- The Environment Conservation Rules. <https://www.elaw.org/system/files/Bangladesh+-+Environmental+Conservation+Rules,+1997.pdf>
- Quick Reference Guide to Relevant Industrial Standards of Sri Lanka. <https://efl.lk/wp-content/uploads/2020/04/enviromental-foundation-quick-refernce-gide-to-relevant-indusrial-standards-of-sri-lanka-a4-bookred-190430211019.pdf>
- REPORT on Brick Kiln Stack Emission Monitoring in Kathmandu Valley. <https://doenv.gov.np/public/uploads/Pdfile/Final%20Report%20Brick%20Kiln%20Emission-55227-65257.pdf>
- Standards on Chimney Height and Emission for the Brick Kiln Industries. <https://kathmandupost.com/national/2018/02/12/government-issues-new-standards-for-brick-kilns>
- Emission standards for thermal power plants. https://ditppu.menlhk.go.id/portal/uploads/laporan/1593657762_PERMENLHK%20NO%2015%20TH%202019%20ttg%20BM%20Emisi%20Pembangkit%20Listrik%20Thermal.pdf
- Emission standards for the cement plants. <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/766/190930180406PERMENLHK%20NOMOR%20P.19%20TAHUN%202017.pdf>
- Standards of Concentration of Air Impurities. <https://sso.agc.gov.sg/SL/EPMA1999-RG8?DocDate=20080131&Pr ovlds=Sc->
- Environmental Quality (Clean Air) Regulations. https://eswis.doe.gov.my/helpDocs/No.5%20-%202014/Peraturanperaturan_kualiti_alam_sekeliling_udara_bersih_2014_EN.pdf
- Improving Emission Regulation for Coal-fired Power Plants in ASEAN. https://www.eria.org/RPR_FY2016_02.pdf
- Component 6 of the Compendium of Philippine Environment Statistics. <https://psa.gov.ph/press-releases/id/163118>.
- National Technical Regulation on Emission of Thermal Power industry. <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/Vietnam/files/law/QCVN%2022-2009.pdf>
- Draft of new National Technical Regulation (QCVN) on industrial dust and emissions. <http://vea.gov.vn/Documents/20210708%20QCVN%20Khi%20thai%20cong%20nghiep.pdf>
- Thailand Emission Standards. http://www.secot.co.th/secot_ww/StandardSECOT/1_คุณภาพอากาศจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม.pdf
- The Notification of the Ministry of Industry "Emission Standard of a Cement Plant". https://www.jetro.go.jp/ext_images/thailand/e_activity/pdf/moinoti32.pdf
- The Control of Air Pollution and Noise Disturbance. <https://www.ajne.org/sites/default/files/resource/laws/7213/sub-decree-42-on-control-of-air-pollution-2000.pdf>
- National Environmental Quality (Emissions) Guidelines. https://www.myanmar-responsiblebusiness.org/pdf/2015-12-29-National-Environmental-Quality_Emission_Guidelines_en.pdf
- National Standards of Air Pollutants in Coal Fired Power Plants and Thermal Plants. http://www.jcm-mongolia.com/wp-content/uploads/2015/11/Session-1_20130122_Air-pollution-emission-standards-MGL.pdf
- 燃煤电厂大气污染物排放标准(GB 13223-1996).
- 燃煤电厂大气污染物排放标准(GB 13223-2003). <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/>

dqgdwrywrwpfbz/200401/W020110127387986915138.pdf

燃煤电厂大气污染物排放标准 (GB 13223-2011). <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqgdwrywrwpfbz/201109/W020130125407916122018.pdf>

全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案 . <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201512/W020151215366215476108.pdf>

钢铁工业污染物排放标准 (GB 4911-85) .

工业窑炉大气污染物排放标准 (GB 9078-1996). <https://www.mee.gov.cn/image20010518/5301.pdf>

钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准 (GB 28662-2012). <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqgdwrywrwpfbz/201207/W020200622311052107329.pdf>

重点区域大气污染防治“十二五”规划 . https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201303/t20130305_248787.htm.

《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》修改单 . <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201706/W020170615549538369657.pdf>

关于推进实施钢铁行业超低排放的意见 . https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/201904/t20190429_701463.html.

水泥工业大气污染物排放标准 (GB 4915-1985).

水泥工业大气污染物排放标准 (GB 4915-1996).

水泥工业大气污染物排放标准 (GB 4915-2004). <https://www.mee.gov.cn/image20010518/5315.pdf>

水泥工业大气污染物排放标准 (GB 4915-2013). <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqhjbh/dqgdwrywrwpfbz/201312/W020131231370229586806.pdf>

Atmospheric Environment Protection Law. <https://www.law.go.kr/LSW/%20lsInfoP.do?efYd=20190716&lsiSeq=209973#0000>.

Air Pollution Control Policy in Japan Air Pollution Control Policy in Japan for Mitigating Sulphur Emission. [https://neasp.org/sites/default/files/S2_17pm_Aizawa\(MoEJ\)_final.pdf](https://neasp.org/sites/default/files/S2_17pm_Aizawa(MoEJ)_final.pdf)

Regulatory Measures against Air Pollutants Emitted from Factories and Business Sites and the Outline of Regulation - Emission Standards for Soot and Dust, and NOx. https://www.env.go.jp/en/air/aq/air/air4_table.html.

DIRECTIVE 2010/75/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on industrial emissions. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>.

National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Coal- and Oil-Fired Electric Utility Steam Generating Units and Standards of Performance for Fossil-Fuel-Fired Electric Utility, Industrial-Commercial Institutional, and Small Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-02-17/pdf/2015-01699.pdf>

Standards of Performance for Steel Plants: Electric Arc Furnaces. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2005-02-22/pdf/05-3360.pdf>

National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From the Portland Cement Manufacturing Industry band Standards of Performance for Portland Cement Plants. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2010-09-09/pdf/2010-21102.pdf>



电话/传真：+86 10 8532 6172

Email： china@cleanairasia.org

微博： @亚洲清洁空气中心

官网： www.cleanairasia.cn / www.cleanairasia.org

空气知库： <http://allaboutair.cn/index.html>

地址： 北京市朝阳区秀水街1号建国门外外交公寓3-41,100600

