



上海國際問題研究院  
SHANGHAI INSTITUTES FOR INTERNATIONAL STUDIES



Centre for China Studies (SIIS-DU)  
中國研究中心 (孟加拉國)

# 孟加拉國環境保護 與可持續發展分析

李風亭 王穎 高更宇



2025年6月





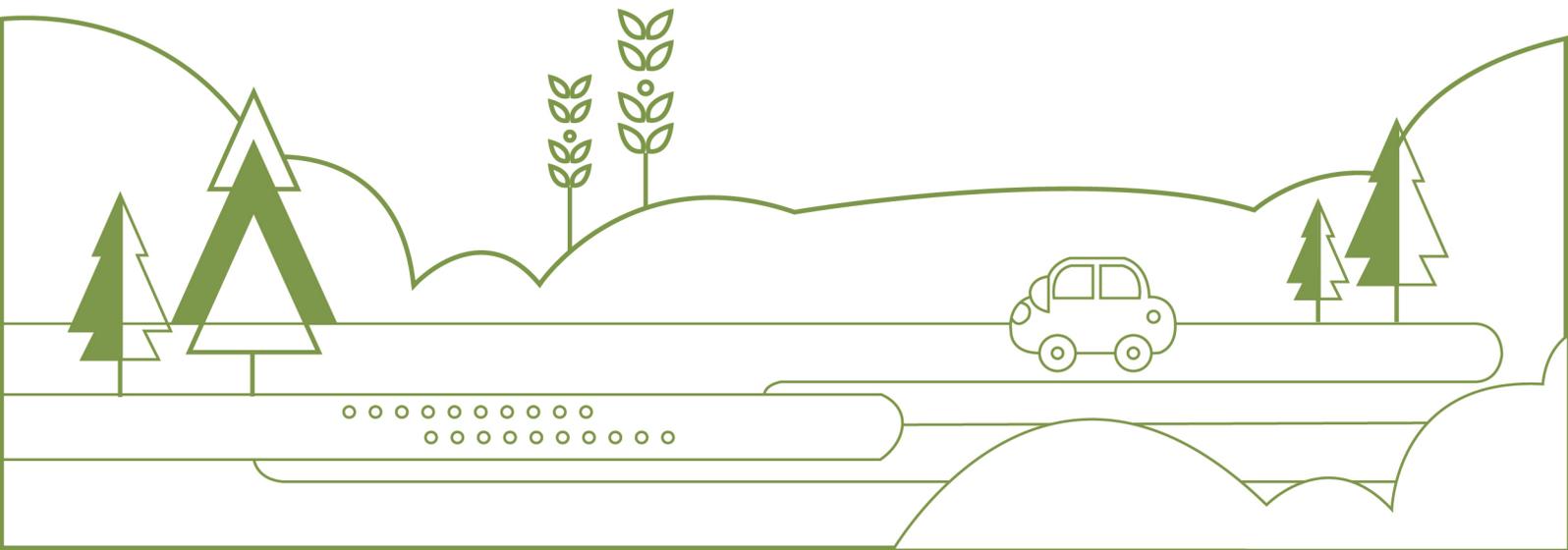
上海國際問題研究院  
SHANGHAI INSTITUTES FOR INTERNATIONAL STUDIES



Centre for China Studies  
SIIS-DU

# 孟加拉国环境保护 与可持续发展分析

李风亭 王颖 高更宇





## 作者简介



**李风亭**，1963年生，同济大学环境科学与工程学院教授，博士生导师。他是联合国人居署同济气候变化与环境研究所所长，中国气象局上海市城市减缓与适应气候变化重点实验室主任。他于2020年当选为非洲科学院院士，并于2023年当选为中国化学工业与工程学会院士。

李教授领导的团队专注于研究材料的化学分子结构设计，并以解决工程问题为目标。他们将产品设计与技术标准的建立相结合，旨在推动新材料在环保领域的发展和应用，为市场提供有效的绿色解决方案。他将这一领域拓展到超支化聚合物纳米吸附剂功能化材料，并在饮用水深度处理、重金属与气体分离回收、工业中水处理、工业废水深度处理与回用、新能源电池材料清洁生产等方面取得了突出成果。自2000年以来，他主持了科技部、上海市、联合国环境规划署（UNEP）和联合国人居署（UN-HABITAT）资助的70多个项目。在国内外发表论文400余篇，获中美两国发明专利115余项。他的成果已被全国60多家公司采用，用于生产水处理化学品和新能源材料。他的铝渣全链条资源化利用技术及设备研究与应用，获得中国循环经济协会科学技术一等奖，日内瓦国际发明金奖。曾获联合国南南合作特别贡献奖1次，上海市科技发明一等奖2次，国家级教学成果二等奖2次。



**王颖**，同济大学环境科学与工程学院教授，博士生导师，同济大学环境科学与工程学院副院长，联合国环境规划署—同济大学环境与可持续发展学院副院长。研究方向为面向“双碳”目标的可持续电化学资源再生领域基础研究与技术开发应用，包括界面电化学与纳米催化、污染物电分析、先进环境功能材料设计与制备、电化学水处理新技术、环境污染修复研究等。

**高更宇**，同济大学环境科学与工程学院在读博士研究生。研究方向包括碳排放核算、能源管理、大气污染物排放清单编制等。重点关注能源基础设施的环境影响评估，致力于通过数据驱动方法开展行业碳排放建模与能源系统优化，以支撑碳达峰、碳中和与空气质量改善等目标的实现。



# 目 录

摘要 .....	01
引言 .....	04
1. 孟加拉国简介 .....	09
2. 孟加拉国水污染：水资源日益短缺与多源排放的挑战.....	11
2.1 水资源概况.....	12
2.2 降水特点.....	13
2.3 水污染要来源.....	13
2.4 水污染防治与法律框架.....	17
2.5 中国先进的水处理经验——上海市苏州河环境综合整治... ..	17
3. 大气污染：多源排放与健康威胁.....	20
3.1 大气污染主要来源.....	23
3.2 大气污染防治与相关法律.....	24
3.3 上海市大气污染防治.....	25
4. 固体废弃物：快速城市化与回收体系薄弱.....	28
4.1 固体废弃物主要来源.....	29
4.2 固体废弃物相关法律.....	32
4.3 上海市无废城市建设.....	32

<b>5. 环境污染：城市发展的必然结果 .....</b>	<b>36</b>
5.1 城市与工业化对孟加拉国环境的影响.....	37
5.2 能源对孟加拉国环境的影响.....	38
<b>6. 产业结构：多元化发展欠缺 .....</b>	<b>39</b>
6.1 严重依赖纺织工业.....	40
6.2 纺织行业带来严重的环境污染.....	41
6.3 上海市产业结构多元化的建设路径.....	42
<b>7. 能源消费现状与结构 .....</b>	<b>44</b>
7.1 能源消耗现在与结构.....	45
7.2 发电结构.....	46
7.3 上海市能源结构优化路径.....	48
<b>8. 孟加拉国环境管理的建议与启示 .....</b>	<b>50</b>
8.1 水污染治理.....	51
8.2 大气污染治理.....	53
8.3 固体废弃物管理.....	54
8.4 积极调整产业结构.....	56
8.5 逐步优化能源结构.....	58
<b>9. 总结：面向可持续发展的多维路径.....</b>	<b>60</b>
参考文献.....	64
关于上海国际问题研究院.....	70
关于中国研究中心（孟加拉国）.....	71

## 摘要

环境保护一直是全球范围内广泛关注的重要议题。特别是在发展中国家，随着经济的快速发展和城市化进程的推进，环境问题日益严峻。孟加拉国作为亚洲的一个发展中国家，面临着严重的环境挑战，尤其是在大气污染、固体废物处理和水污染方面亟需解决。这些问题如果不及时治理，将严重影响孟加拉国的可持续发展。

在大气污染方面，孟加拉国面临着工业排放、交通污染和能源结构落后等多重挑战。长期以来，细颗粒物（PM2.5 和 PM10）浓度过高，特别是在首都达卡等大城市，悬浮颗粒物浓度长期超过国际标准，成为公众健康的重大威胁。研究显示，交通工具和砖窑是主要的污染源，而 PM2.5 已被证实是引发呼吸系统和心血管疾病的重要因素。尽管已有研究推动了污染源的解析，但实际治理效果仍然有限，跨境污染的影响也逐渐受到重视。水污染方面，孟加拉国面临着复杂的污染来源，包括地下水中的天然砷污染、工业废水排放以及农业化肥和农药流失等。特别是地下水中的砷含量长期超标，严重危害着人民的饮用水安全和健康。此外，纺织和制革等工业的未处理废水排放以及农业污染问题，导致水体的重金属污染和富营养化。尽管孟加拉国政府已采取一定的水质管理和污染控制政策，但执行力不足，治理效果有限。在固体废物管理方面，孟加拉国的垃圾收集和处理体系较为落后，大部分城市垃圾未经过分类直接堆放，塑料污染问题尤为严重。塑料袋和瓶子等一次性塑料制品的积累对环境造成了极大压力。此外，危险废物如工业废物、医疗废物和化学废物的管理缺乏有效措施，进一步威胁着环境和人类健康。尽管政府已出台相关

法律框架，但由于执行力度不足，固体废物的管理仍存在诸多挑战。

孟加拉国的农业和制造业在支撑国家经济增长的同时，也对环境产生了较大影响，尤其是纺织和成衣行业。这些行业不仅对温室气体排放、空气污染、水污染等造成了重大压力，还导致土壤污染。孟加拉国的污染预防倡议相对薄弱，尽管政府制定了一些水污染的法律和条例，但未得到很好的执行，导致环保措施效果不佳。

为了更加深入和全面的探讨孟加拉国的环境保护与可持续发展现状，本研究综合考虑了与环境可持续发展相关的多种因素，通过文献调研和实地考察，总结了孟加拉国当前环境发展现状，旨在全面分析孟加拉国面临的环境污染问题，重点探讨水污染、大气污染和固体废弃物管理，并提出可持续发展的改进建议。

孟加拉国的水资源日益短缺，水污染问题愈加严重，主要源自工业、农业和城市污染。工业废水未经处理排放，农药和化肥的使用导致农业污染，而城市生活污水和垃圾渗漏对水体造成严重威胁。针对水污染的防治，建议孟加拉国加强水污染治理的政策制定和规划，优化产业结构，减少水污染源，并推动水质监测信息化管理。应重点投资污水处理设施的建设与运营，实施水污染控制与生态修复措施，强化公众参与与环保教育，确保水污染防治的长期效果。同时，孟加拉国可以借鉴中国的水处理经验，如上海市苏州河水污染治理的成功案例，推动水质治理与生态恢复。

孟加拉国的大气污染问题则主要来源于砖窑、交通业、垃圾焚烧和家庭燃料使用等多个领域，导致大气中有害物质浓度过高，对居民健康造成威胁。针对这一问题，孟加拉国应加强大气污染防治与治理，特别是在减少柴油车与非道路机械排放、推动电动汽车等政策方面。进一步加强源头管理与长期治理，通过引进先进的污染控制技术、提升能源结构，减少化石能源的依赖。此外，加强国际合作与技术引进也将为孟加拉国的大气污染防治提供有力支持。同时，提升公众参与和社会治理，增强民众的环保意识，是治理大气污染的长期解决方案。

在固体废弃物管理方面，孟加拉国在快速城市化背景下面临着大量的生活垃圾、

危险废物以及塑料污染问题。现有的回收体系薄弱，垃圾处理设施不足，导致固体废物管理难度较大。孟加拉国应强化固体废物管理体系的建设，优化产业结构与源头减量，推广垃圾分类和资源化利用。政府应加强政策执行，促进绿色生活和社会参与，推动社会各界共同参与废物管理和资源回收。同时，孟加拉国可以借鉴上海市无废城市建设的经验，通过加强生活垃圾、建筑垃圾和工业废物的管理，推动废物的资源化利用和循环经济发展。

综上所述，孟加拉国在环境保护方面亟需加强政策制定和实施，强化法律监管，推进绿色技术的创新与应用，推动公众参与和教育。这些措施的实施将有助于解决孟加拉国的水污染、大气污染和固体废弃物污染问题，推动环境可持续发展，改善民众的生活质量，以及实现环境保护与可持续发展的目标。

## 引言

孟加拉国由于工业排放、交通污染和能源结构的落后，长期面临细颗粒物（PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub>）污染的困扰，这种高浓度的颗粒物直接威胁到数百万居民的健康与生活质量。孟加拉国，作为南亚地区人口高度密集的国家，正经历着前所未有的城市化和工业化进程。尤其是在首都达卡等大城市，空气污染问题尤为突出 (Begum et al., 2005)，悬浮颗粒物浓度长期超过国际标准，成为公共健康的重大隐患。孟加拉国的大气污染问题的研究始于上世纪 90 年代，学者们开始关注城市扩张对空气质量的影响，发现快速城市化导致了大气中悬浮颗粒物的显著增加 (Polissar et al., 1998)。此后，污染源的解析逐渐成为研究重点，特别是交通、工业排放和家庭燃烧的贡献，指出交通工具和砖窑是大气的主要污染源 (Hoque et al., 2013)。随着研究的深入，污染对健康的影响成为重要议题，PM<sub>2.5</sub> 被证实是导致呼吸系统和心血管疾病的重要因素 (Begum et al., 2013)。过去十年，科学家利用遥感技术和地面监测设备，对孟加拉国的空气污染状况进行了更精确的评估。最新研究表明，冬季和旱季的 PM<sub>2.5</sub> 和臭氧水平最高，交通和工业是主要污染源 (Rana and Khan, 2020)。另外，跨境污染的影响也逐渐受到重视，尤其是来自印度的工业和农业污染物通过大气传播至孟加拉国，对该国的空气质量造成了进一步的压力 (Chowdhury et al., 2020)。有学者指出，孟加拉国需加强与印度等邻国的合作，通过区域合作和数据共享来改善监测和治理体系 (Ahmed and Hossain, 2008)。孟加拉国的大气污染问题复杂且具有多重成因，长期以来对公共健康和社会经济产生了深远影响。尽管学者通过深入解析

污染源、评估健康影响以及提出治理建议，推动了空气质量的改善，但实际治理效果仍然有限。未来的研究和政策应聚焦于跨界污染的控制、清洁能源的推广和强化政策执行，以确保空气质量持续改善，并减少污染对健康的负面影响。

近年来，水体污染问题在全球范围内引发了越来越多的关注，其中尤以发展中国家受到的冲击最为明显。位于南亚的孟加拉国，水污染问题尤为复杂且严峻。其水体污染来源广泛，包括地下水中的天然砷污染、纺织和制革等工业的未经处理废水排放，以及农业径流带来的化学污染等 (He et al., 2005; Sträter et al., 2010)。这些污染不仅威胁到该国的饮用水安全，还影响到农田灌溉和水生生态系统，特别是地下水中的砷含量长期超标，对人体健康带来了巨大风险，甚至引发了罕见的慢性病危机。这使得水污染问题成为孟加拉国一系列社会经济和环境问题的核心。近年来，全球学者也从不同角度出發，深入探索孟加拉国水污染问题的成因与影响，并试图提出有效的解决措施，以期為孟加拉国在水资源管理和污染治理方面提供切实可行的建议和解决方案。20 世纪 90 年代初，研究表明，孟加拉国是全球受砷污染影响最严重的国家之一，其地下水中砷含量远超世界卫生组织 (WHO) 标准。此问题已引发了大量关于砷暴露与健康风险的研究，重点集中在砷中毒引发的皮肤病、癌症等疾病 (Flanagan et al., 2012)。随着孟加拉国经济的快速增长，大量未经处理的废水直接排入河流，污染了地表水和地下水资源 (Saha and Rahman, 2020)。近年来，研究者们通过污染源解析，确认了纺织和皮革工业是孟加拉国水体重金属污染的主要来源 (Hasan, 2014)。孟加拉国的水污染问题复杂且具有多重成因，近年来，尽管研究者在污染源识别、健康影响评估和政策干预方面取得了一定进展，但现有的治理手段仍然不足以解决深层次问题。与此同时，孟加拉国政府已经认识到水污染对公共健康的危害，制定了一系列水质管理和污染控制政策 (Islam et al., 2018)。然而，尽管政策框架逐步完善，实际执行力度却往往不够，使得水污染治理的实际效果大打折扣。可见孟加拉国虽然顶层政策颁布了但并未落实到实际中，环境污染问题依旧充斥着孟加拉国各个行业 (Miah et al., 2023)。

全球每年产生的城市固体垃圾高达 20.1 亿吨 (Kaza et al., 2018), 其中约 33% 未能以生态可持续的方式进行处理 (Jerin et al., 2022)。孟加拉国拥有超过 522 个城市中心, 每天产生数千吨城市生活垃圾, 主要来源于居民生活、商业活动及工业生产 (Uddin et al., 2011; Yasin et al., 2013)。然而, 大部分城市生活垃圾被倾倒入露天垃圾填埋场, 这不仅对当地生态环境造成了严重威胁, 也对居民的健康产生了深远影响 (Roy et al., 2022)。针对孟加拉国固体废物管理的挑战, 学者们进行了广泛的研究。例如, Roy 等人 (2022) 总结了孟加拉国城市固废管理的技术现状, 并探讨了废物转化为能源的可能性。他们提出, 基于热处理的废物发电项目可以作为传统发电技术的可行替代方案, 不仅能有效减少固废数量, 还能为能源供应提供支持。Meem 等人 (2021) 的研究则聚焦于电子废物的处理, 分析其对环境和人类健康的潜在影响, 强调了建立有效的回收体系的重要性。在固体废物成分的研究方面, Alam 和 Qiao (2019) 详细分析了孟加拉国城市固体废物的排放量和组成成分, 提供了政策制定的重要数据基础。Ananno 等人 (2020) 则关注于食物垃圾的可持续管理模式, 提出了一系列创新解决方案, 以期提高废物处理的效率和可持续性。Shams 等人 (2017) 从温室气体减排的角度分析了孟加拉国的废物管理政策, 指出政策的完善和执行力度是推动可持续发展的关键。

行业的发展支撑国家经济增长命脉的同时也带来了环境污染, 尤其是孟加拉国。成衣行业是孟加拉国最大的出口收入来源, 2021–2022 年, 该行业的出口收入占全国总出口额的 81.82% (BBS, 2023)。然而, 与成衣行业及相关的纺织业环境污染较重, 对温室气体排放, 空气污染, 水污染以及因衣服填埋造成的土壤污染破坏方面发挥着重要作用 (John and Mishra, 2023)。因此, 孟加拉国在过度依赖该行业发展经济时应考虑其对环境造成的影响, 更多的关注经济发展的可持续性。许多学者对孟加拉国不同行业对孟加拉国造成的环境影响进行了分析。Hoque 和 Clarke 等人 (2013) 筛选了孟加拉国五大环境污染行业, 分析污染现状与政策实施情况, 发现与发达国家相比, 孟加拉国的污染预防倡议并未得到充分利用。Gulfam-E-Jannat 等人

(2023) 则批判地分析了纺织、制革厂和垃圾填埋场渗滤液的污染和处理情况，发现尽管孟加拉国政府虽然制定了水污染的法律和条例，但没有得到很好的执行。Miah 等人 (2023) 则发现孟加拉国在处理纺织污泥时 41.7% 的印刷业仍在露天环境中倾倒污泥。

与此同时，孟加拉国的快速城市化也使能源需求日益增长。孟加拉国目前的能源结构中仍然以化石燃料为主，然而化石燃料的大量使用对环境造成了严重污染。对于孟加拉国来说，无论是在最终能源消耗结构还是发电结构中，天然气一直占据主导地位。英国石油公司的一项研究预测，考虑到目前的天然气生产和需求，孟加拉国的天然气储量将在未来 20 年内耗尽 (Mirzoev et al., 2021)。因此孟加拉国在目前的能源规划中将煤炭发电作为未来的重要能源供应之一。根据孟加拉国发布的《电力行业总体规划 (PSMP) -2010》，预计到 2030 年煤炭在发电中的占比将超过 30% (Roy, 2011; Ruhullah, 2011)。尽管考虑到能源成本孟加拉国使用燃煤来增加发电量，但燃煤燃烧产生的大气污染物等将严重影响周边的环境并危害人体健康 (Franco and Diaz, 2009)。因此，可再生能源发展才是孟加拉国未来能源结构中的重要方向。许多学者对孟加拉国的能源转型进行了研究。Gulagi 等人 (2020) 分析了孟加拉国未来的能源转型，并认为到专注于本地可再生资源可以减轻气候变化的脆弱性，且 2050 年可再生能源将贡献 94% 的发电量。Katekar 等人 (2020) 注意到孟加拉国对可再生能源利用的关注有限，且该国拥有的巨大可再生能源潜力不仅可以解决能源短缺问题还可以节省巨额的化石燃料进口开支。Muntasir 等人 (2021) 针对孟加拉国 1975 年 -2016 年的能源消费和其他宏观经济变量对环境的影响进行分析，发现清洁能源转型可有效抑制该国持续加剧的环境困难。

现有研究在孟加拉国的大气污染、水污染及固体废弃物管理方面提供了重要见解，但仍存在一定局限性。目前的研究主要聚焦于特定环境问题，如水污染或固体废弃物污染，缺乏系统性和多维度的综合分析。为更全面地探讨孟加拉国的环境可持续发展，本研究基于文献调研与实地考察，系统梳理了孟加拉国当前的环境发展



现状，涵盖水资源管理、大气污染、固体废弃物处理、产业以及能源发展等方面，重点分析了水污染、大气污染以及固体废弃物的主要来源以及孟加拉国发布的相关政策法律与不足以及产业和能源结构现状与不足等关键问题。此外，本研究结合中国上海在相关领域的先进治理经验，为孟加拉国的绿色发展提供借鉴，以期政策制定和环境治理实践提供参考。

1

# 孟加拉国简介

## 孟加拉国简介

孟加拉人民共和国位于南亚次大陆东北部，面积 147,570 平方公里，人口约 1.7 亿，主要民族是孟加拉族，伊斯兰教为国教。其历史悠久，曾历经殖民统治，1972 年正式独立。该国地处恒河和布拉马普特拉河冲积三角洲，多平原，属亚热带季风气候。政治上实行议会制，农业与服装加工业是经济支柱，近年来经济发展颇具活力。在外交上奉行独立自主、不结盟政策。其文化融合多元特色，拥有多项人类非物质文化遗产，美食、传统服饰别具一格。

# 2

**孟加拉国水污染：  
水资源日益短缺与多源排放的挑战**

# 孟加拉国水污染： 水资源日益短缺与多源排放的挑战

## 2.1 水资源概况

孟加拉国境内河网密布，跨境河流 57 条，其中 54 条来自印度，3 条来自缅甸。孟加拉国主要河流有 3 条，分别为恒河、贾木纳河和梅克纳河。恒河发源于喜马拉雅山南麓，在孟加拉国境内与贾木纳河汇合后称博多河（Padma）。恒河在孟加拉国境内流域面积为 4.6 万 km<sup>2</sup>，河面宽 3km 左右。贾木纳河是布拉马普特拉河（Brahmaputra Rivers，中国境内称雅鲁藏布江）在孟加拉国境内的名称。贾木纳河在孟加拉国境内流域面积为 3.9 万 km<sup>2</sup>，长 240km。梅克纳河由源自印度东部山区的两条河流在孟加拉国境内汇合而成，流域面积 8 万 km<sup>2</sup>，长度 902 km。

孟加拉国有丰富的地表和地下水资源。然而随着人口的剧增和人口密度加大，孟加拉国人均可再生内陆淡水资源正在逐年减少，如图 1 所示，人均可再生内陆淡水资源从 1972 年的人均 1514.13 立方米减少到人均 627.16 立方米。

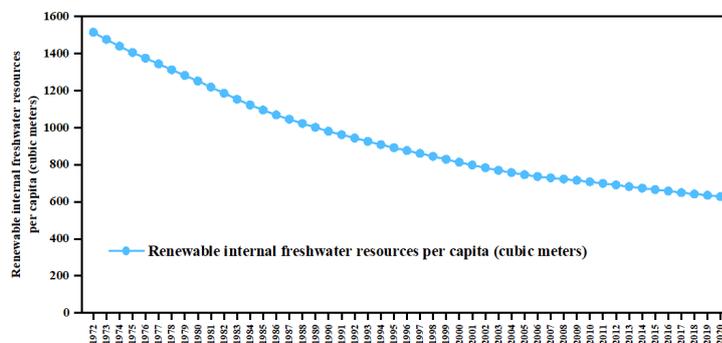


图 1 1972-2020 年孟加拉国人均可再生内陆淡水的变化

资料来源 :World Bank Open Data, Reference website: <https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC?view=chart>

## 2.2 降水特点

孟加拉国的气候特点是湿热多雨，全年降水量较大。由于地理位置靠近孟加拉湾，孟加拉国常常受到西南季风的影响，导致雨季时降水量非常大，尤其是东北部的卡罗 - 卡西 - 杰因迪亚丘陵地区，被称为“雨极”，年降水量可达 20447 毫米，超过世界 90% 的国家。表 1 显示了孟加拉国 1991-2020 年的月均降水量和月均气温。可以看出孟加拉国在 5 月份后降雨量明显增加，7 月的月均降水量最高，达到 492.7 毫米。12 月份的月均降水量最低，仅为 5.6 毫米。而孟加拉国气温在 18.7-28.7℃ 之间徘徊。

表 1 孟加拉国 1991-2020 年月平均气温和降水量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月均降水量 / mm	10.1	19.9	43.2	120.7	235.8	377.0	492.7	392.3	298.8	186.9	30.0	5.6
月均气温 /℃	18.7	21.4	25.7	28.1	28.6	28.7	28.5	28.6	28.5	27.4	23.9	20.0

资料来源：笔者自制。

## 2.3 水污染要来源

孟加拉国的水污染问题日益严重，已经成为影响该国社会经济发展和居民健康的重要环境挑战。水污染的根源主要在于工业、农业和城市化活动的快速扩展以及环境治理能力的不足。随着这些因素的不断积累，孟加拉国的水体污染现状逐步恶化，水源逐渐不再满足日常生活和生产的需求，带来了广泛的社会和生态问题。

### 2.3.1 工业水污染

工业废水排放是孟加拉国水污染的主要来源之一，尤其是在纺织和制革行业较为集中的地区，如首都达卡周边。这些行业不仅是孟加拉国重要的经济支柱，也是水资源消耗的大户。纺织行业在水资源的消耗上尤为显著，每家纺织厂每生产一公斤纺织品，需消耗 250~300 升水。而制革工业则更为密集，这两个行业对水的需求量庞大，且废水污染物的种类和浓度较高。孟加拉国目前约有 220 家制革厂，2500 家其他类型的制造厂以及 90 家大型用水企业，它们的大量废水最终没有经过有效处理，直接排放到附近的河流中，严重污染了水质 (Gulfam-E-Jannat et al., 2023)。

纺织和制革工业的生产过程需要大量使用化学品，如染料、酸碱溶液和各种无机化学品。在孟加拉国一个典型的制革厂，每吨湿盐皮加工过程中需要消耗约 40m<sup>3</sup> 的水和 450kg 不同类型的化学品，这些废水中的有毒物质，如重金属和染料，未经过有效的污水处理设施，直接排放到河流中，导致河流水质的剧烈恶化。孟加拉国的纺织废水中的 BOD (biochemical oxygen demand)，COD (chemical oxygen demand)，TSS (total suspended solids) 中值均远高于孟加拉国政府设定的允许排放限值 (50 mg·L<sup>-1</sup> for BOD, 200 mg·L<sup>-1</sup> for COD, and 150 mg·L<sup>-1</sup> for TSS)，分别达到了 287,747 和 270 mg·L<sup>-1</sup> (Gulfam-E-Jannat et al., 2023)。

布里甘加河是受到影响最严重的水体之一，由于过度污染，这条河流被称为“死河”，其生态系统几乎崩溃，生物多样性显著降低。由于制革工业等企业缺乏高效的污水处理设施，很多废水中残留的有毒物质，包括铬、镍、砷等重金属物质，已经渗透到地下水源中，严重威胁到周围居民的饮用水安全。

除此之外，生活污水、化肥厂等资源型产业已经造成严重的河流污染。砖生产过程中的粉尘、废水排放以及化肥厂产生的废料，均没有得到妥善处理，随意排放的工业废水进一步恶化了孟加拉国的水质状况。

### 2.3.2 农业水污染

农业是孟加拉国的支柱产业之一，但农业生产过程中大量使用化肥和农药等化学品，也导致了显著的水污染问题。过去，孟加拉国农田灌溉主要依赖河流水源。然而，随着工业化进程的推进和水体污染的加剧，河水的水质逐渐恶化，淤积严重，很多地方已经无法再依赖河水进行灌溉。农民因此转向地下水进行灌溉，过度开采地下水的行为不仅导致了地下水位的下降，还使得一些地下水源中毒物质的浓度逐渐增加。

此外，农业用水的管理也存在诸多问题。每年，孟加拉国的农民都会大量施用无机肥料、农药和杀虫剂等化学品，以提高作物的产量和抗病能力。虽然这些化学品可以有效提升农业生产效益，但其在使用过程中并未被完全吸收，而是与水一起流入周围的水体。肥料中的氮、磷等物质与水中的有机物质发生反应，导致水体富营养化现象。水体中营养物质的过度积累导致了水中藻类的过度繁殖，形成水华，严重影响了水体的透明度和水质。

尤其是在农村地区，缺乏适当的废弃物管理系统，农民常常将生活垃圾、动物粪便以及农业废弃物随意倾倒入河流或湖泊。这些污染物在河流和湖泊中滞留，进一步加剧了水污染的问题。同时，农田灌溉用水中含有的有害物质，如农药成分，渗透到水体中，导致水质变得非常有毒，甚至破坏了当地的水生生态系统。在一些地区，水体中的鱼类逐渐消失，水质问题也导致了农村地区水传播疾病的爆发，严重危及居民健康。

### 2.3.3 城市水污染

随着孟加拉国城市化进程的不断加快，尤其是在大城市达卡，人口密集、生活污水大量产生，城市水污染问题也变得愈发严重。由于城市化进程的推进，人口迅速增加，生活污水的排放量急剧上升。然而，孟加拉国的大城市污水处理设施建设滞后，达卡市约 80% 的生活污水未经处理就直接排放到周边河流，造成了水体严

重污染。由于缺乏有效的污水处理设施，垃圾、洗涤剂、油脂、药品和个人护理产品等大量的化学污染物也随生活污水进入河流，进一步加剧了水污染的程度。

除了生活污水外，城市垃圾填埋场的渗滤液以及非法倾倒的固体废物也是水污染的重要来源。随着城市化进程的加快，城市中市场、商圈等地的固体垃圾、食品残渣等废弃物随意排放到河流中，增加了水体的污染负担。城市中的污水管网不完善，许多地区的生活废水和工业废水直接通过非法渠道排放，河水的质量大幅度下降。与此同时，孟加拉国的医疗废物处理体系也存在严重漏洞。孟加拉国约有 600 家医院，这些医院产生的大量有毒医疗废水和液体废物未经处理，直接排放到河流中，对水质和周边生态带来严重威胁。此外，孟加拉国的大城市水上交通也加剧了水污染问题。每天都有数百艘船只在达卡周围的河流中往返，船只的废物、油污、化学品等直接排放到水体中，不仅造成水污染，还对水生生物造成了致命的威胁。随着河道中交通频繁，船只事故时有发生，泄漏的有毒液体和污染物更是加剧了水污染状况。

值得注意的是，目前孟加拉国地表水和地下水面临高浓度铁和砷的污染。此外，地下水的过度开采导致地下水位下降，有利于有毒金属特别是铁和砷在地下水中的富集。尤其是砷，长期接触砷可能导致健康问题（Smith 等人，2000 年）。Islam 等人（2014 年）和 Ali 等人（2016 年）报告称，孟加拉国的 Buriganga 河和 Karnaphuli 河的砷浓度分别为 5.67 mg/L 和 11.6 mg/L。与此同时，在孟加拉国的 Korotoa 河的淤泥中最高砷浓度达到了 52 mg/kg。砷在孟加拉三角洲含量较高，在过去的 20–30 年里，约有 3500 万人饮用砷污染的水（Bilal et al., 2023）。孟加拉国是空气污染最严重的国家之一。农田和地表水中有毒金属的大气沉降对污染有显著影响，而城市河流通过大气沉降每年吸收更多的金属。因此，越来越多的含有较高浓度有毒物质的水和沉积物沉积在孟加拉国南部沿海地区较低的盆地。这些污染物与河流中的本地污染物一起造成的河流水污染已成为目前严重的问题。

## 2.4 水污染防治与法律框架

孟加拉国最早以《环境保护法》（1995）为基础建立了环境保护的立法框架，随后通过《供水和下水道管理局法》（1996）对城市供排水和下水道管理机构（WASA）的权限与职责做出规范，并在《环境保护规则》（1997）和《环境法院法》（2000）中进一步明确明确了污染物排放标准、环境影响评估以及环境诉讼的相关规定。1999年颁布的《国家水政策》则系统提出了综合水资源管理（IWRM）的原则，将饮用水、农业、工业用水与生态环境用水统筹考虑；此后，2004年的《国家水管理规划》又在农业灌溉、洪涝管理和水污染防治等领域对《国家水政策》进行细化。2013年出台的《孟加拉国水法》确立了全国统一的水资源管理框架，并加强了政府对地表水和地下水的监管与调配权；在此过程中，《公共卫生工程局法》与《地方政府法》等法规也配合执行，聚焦饮用水安全、公共卫生建设以及地方层面的水污染治理与供排水管理。

虽然在城市水污染治理和工业废水处理等方面取得了一定成效，但相关部门的人力、资金和技术支持不足，偏远地区执法覆盖率低，市政污水管网和农村水处理设施滞后，公众对违法排污的监督和诉讼意识也较为薄弱，导致水污染防治的整体效果仍有待加强。

## 2.5 中国先进的水处理经验——上海市苏州河环境综合整治

### 2.5.1 苏州河水污染

20世纪80年代以来，被誉为上海“母亲河”的苏州河水质污染日趋严重。据测定，中心城区段水体中的溶解氧 $DO$ 、生化需氧量 $BOD$ ，高锰酸盐指数 $COD$ 、化学需氧量（ $COD$ ）、非离子氨、总磷6项污染指标，都劣于中国地表水

V类标准（最低标准）。由于水体中溶解氧严重不足，甚至处于厌氧状态，以致形成自河口至华漕长达 23km 的常年黑臭污水带。枯水期黑臭污水可上溯至黄渡附近，黑臭期达 300 余天/年。另一方面，市区段河底淤积底泥有约 200 ~ 400 万吨，底泥所产生的二次污染，使水质恶化程度加重。底泥中有机物在细菌作用下，易发生好性和厌性两种分解过程，前者消耗水中的溶解氧，后者则产生有机酸、二氧化碳、甲烷、氨、硫化物等有害物质。当底泥由水体下部向上部溢出时会发生降解作用，进一步消耗水体中的溶解氧，加剧水质的黑臭程度。如何有效地治理苏州河水质污染已成为当时上海市最为关注的环境可持续发展问题。

### 2.5.2 上海市苏州河段水质污染综合治理

上海市苏州河段污染治理的措施采用了综合性和阶段性的治理策略，目标是通过多管齐下的方式，逐步实现水质的改善和生态恢复。治理工作分为前期、中期和远期目标，体现了治污为核心、分步实施、突出重点的原则。

在治理的前期阶段，重点是解决苏州河的黑臭水体问题。为此，首先实施支流截污工程，苏州河的 6 条主要支流是污染物的主要来源，调查显示这些支流排放了大量污水。因此，需要尽快建设截污管道和排污设施，尤其是在没有城市排水系统的区域，如虹桥机场周边和一些禽牧场区域，尽快建立有效的截污系统，减少污染物排放。此外，还要通过引清调水的措施，利用现有的船闸和潮汐引水系统加大水流速度，增强水体交换，使污染物能够迅速流出，防止水体黑臭现象的加剧。通过增加水流的动力，迅速清除河道内的污水团，恢复水体的流动性，改善水质。苏州河的经验是建立工业污水和雨水分流，和建设完善的污水管网系统和处理系统，同时疏通河道，引水进入城区河流，使得水能够流动。达卡的情况有些类似上海，海拔高度比较低，应该适当引水进入城区。

中期治理的重点在于进一步改善水质，尤其是在底泥污染方面。底泥中积存了大量的污染物，是影响水质的重要因素。通过引水冲污和人工清淤相结合的方法

式，逐步清除河道中的污染底泥。具体来说，首先通过引水冲洗的方式，稀释污染物，再配合挖泥船对底泥进行清除，特别是在华漕、黄渡等水质黑臭的关键节点建立闸坝，通过蓄水和引水来加速污染物的冲刷和清除。同时，运用曝气复氧技术，在污染严重的支流和缓流段注入氧气，提高水体中的溶解氧含量，消除底泥的负面影响，提高水体的自净能力，从而更好地改善水质。

在远期治理目标中，重点是恢复苏州河的生态功能。通过实施沿岸绿化，建设“绿色走廊”，恢复生物群落，增强水体的生态净化功能。特别是在中心城区段，虽然堤岸已是钢筋混凝土结构，不利于水质净化和生态恢复，但仍可通过增加绿化、植物覆盖等方式改善生态环境。同时，在郊区和农村段，应用自然型护岸技术，用植被覆盖的护岸来促进地下水渗透和水体自净。在这些区域，重点推进自然型护岸技术的应用，通过增加绿化带的宽度，逐步形成沿岸 20 米宽的绿化带，最终建设起一个贯穿苏州河全段的绿色生态走廊。

总体而言，苏州河的污染治理从源头控制污染、加强水质调节和底泥处理、增加水体溶解氧以及改善生态环境等多方面入手，分阶段实施，兼顾治污与生态恢复。最终目标是实现苏州河水质清澈，恢复河流生态功能，打造一个可持续的绿色生态环境，为市民提供更好的生活环境，同时提高河流的自净能力，确保长远的水质改善，最终实现“流水不腐，水中有鱼”的治理愿景。

**大气污染：  
多源排放与健康威胁**

**3**

## 大气污染： 多源排放与健康威胁

孟加拉国的空气污染问题，尤其是 PM2.5 的高浓度，已成为国家公共健康和环境管理中的一项紧迫挑战。根据世界银行《2023 年孟加拉国环境分析》的数据，细颗粒物的年平均浓度在全国范围内普遍维持在 60 至 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  之间，而首都达卡的年平均值更是接近 90 至 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，远远超过了世界卫生组织推荐的空气质量标准。WHO 建议的 PM2.5 年均浓度应低于 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但孟加拉国的空气质量情况大大偏离这一标准。尤其是在孟加拉国的干旱季节，从 11 月到次年 3 月，PM2.5 的浓度可能暴增至年平均值的两到三倍，这一现象显著加剧了空气污染的危害。PM2.5 是指那些直径小于或等于 2.5 微米的微小颗粒物，它们的体积极小，使得它们能够穿透呼吸道，深入肺部并进入血液循环。长期暴露于 PM2.5 的环境中，会增加患心脏病、肺癌、中风等致命疾病的风险，尤其是对老年人、儿童以及免疫力较弱的群体影响更为严重。甚至有研究指出，生活在达卡的人每天吸入的空气，相当于吸食 1.7 支香烟的有害物质。这使得 PM2.5 成为对孟加拉国居民健康影响最大的空气污染物之一。如图 3 显示，在 1990 年至 2005 年期间，PM2.5 的年均暴露水平变化不大，徘徊在 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  左右。自 2006 年以来，PM2.5 的排放水平呈下降趋势，但在 2011 年后又呈明显上升趋势，近两年来略有下降，2020 年年均暴露水平为 42.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。在有数据支持的年份，暴露于超过世卫组织指导值 PM2.5 污染水平的人口达 100%。

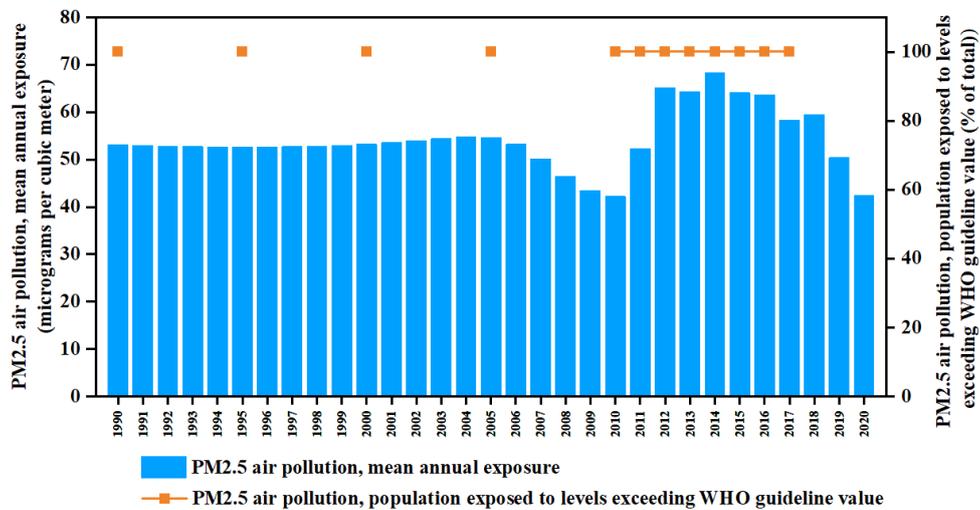


图2 1990年至2020年孟加拉国PM2.5空气污染、年均暴露量和暴露于超过世卫组织指导值水平的人口

资料来源: World Bank Open Data, Reference website: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM25.MC.M3?end=2020&start=1990&view=chart>; <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM25.MC.ZS?end=2024&locations=BD&start=2000&view=chart>

根据世界银行报告，环境污染导致的健康风险在孟加拉国极为严重，尤其是空气污染和家庭空气污染是造成过早死亡和疾病的重要因素。每年大约有超过16万人死于环境健康相关问题，导致的患病天数累计超过25亿天。尤其是空气污染和家庭空气污染，对低收入家庭的影响尤为显著，特别是那些依赖固体燃料和不良室内空气质量的家庭。研究显示，孟加拉国55%的过早死亡与这些重大环境健康风险因素直接相关，空气污染在其中扮演了至关重要的角色。因此，空气污染已经成为孟加拉国面临的最严峻的环境健康风险之一，亟需采取有效的政策和技术措施加以应对。孟加拉国的空气污染源十分复杂，且很多重要来源尚未得到充分重视和有效治理。常见的排放源包括砖窑、道路交通、工业废气等，这些因素长期以来是空气污染的主要贡献者。但最近的研究表明，家庭活动、发电和垃圾焚烧等因素也对空气污染作出了显著贡献，且这些领域的污染问题尚未得到足够的关注和治理。

## 3.1 大气污染主要来源

### 3.1.1 砖窑

砖窑排放的污染物主要包括 PM2.5、SO<sub>2</sub>、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）和其他有害气体。传统的烧砖工艺通常使用低质量的煤炭或木材作为燃料，这些燃料在燃烧过程中释放大量污染物。砖窑常常集中在城乡交界处或郊区，由于这些区域监管薄弱，很多砖窑仍然采用污染较重的落后技术。根据研究，砖窑排放的 PM2.5 对空气质量的负面影响在孟加拉国的农村和城市交界处尤为明显，甚至是部分区域 PM2.5 浓度的主要来源之一。其中，砖窑的燃料使用不当，孟加拉国的砖窑大多使用木材、煤炭和农业废料等固体燃料，这些燃料含有较高的硫和颗粒物，燃烧过程中容易释放大量有害气体和细颗粒物。同时制砖技术落后：许多砖窑仍使用传统的开放式烧砖方法（如单室窑），这些方法效率低，污染高。更现代的窑炉虽然存在，但由于成本问题，很多小规模砖窑仍采用落后的生产方式。

### 3.1.2 交通业

孟加拉国的交通污染是导致 PM2.5 浓度升高的另一大原因，尤其是在大城市如达卡。交通污染不仅来源于尾气排放，还包括交通堵塞、燃油质量差以及车辆技术水平低等因素。主要有尾气排放，交通密集以及燃油质量差三个因素。（1）尾气排放：孟加拉国的道路上有大量的老旧车辆，这些车辆的排放标准远低于许多发达国家的标准，尤其是柴油车和二手进口车，其排放的颗粒物、氮氧化物和一氧化碳对空气质量的影响极大。（2）交通密集：达卡等城市人口稠密，交通拥堵问题严重。长时间的停滞和低速行驶使得车辆排放的污染物在空气中滞留，进一步加剧了空气污染。其中孟加拉国的人力车是导致交通拥堵的重要原因之一，但部分当地居民以此为生，短时间内该行业无法被取代。（3）燃油质量差：孟加拉国的燃油质量较低，部分燃料含有较高的硫，这导致在交通工具使用过程中，

尤其是在柴油车辆的排放中，释放大量污染物。

### 3.1.3 垃圾焚烧

在达卡等大城市，垃圾露天焚烧也是一个重要的空气污染源。每年，大约 11% 的 PM2.5 来自城市固体废物的露天焚烧，这一现象不仅导致了空气质量的急剧恶化，还增加了垃圾处理中的环境成本。由于缺乏有效的垃圾管理和回收体系，大量的固体废物依旧被丢弃并焚烧，释放出大量的有害物质。塑料垃圾对周围空气最有害的影响可归因于有意或无意的明火燃烧。焚烧固体废物是孟加拉国的一种普遍做法，以尽量减少垃圾填埋场和城市地区的垃圾数量。然而，由于缺乏意识和隔离，这些废物中含有塑料物品，这些物品也被焚烧，其中焚烧 PVC 制成的塑料对空气污染的威胁最大。

### 3.1.4 家庭燃料使用

在孟加拉国，大约 74.2% 的人口仍然依赖固体燃料（如碎木、稻草、干粪等）作为主要烹饪燃料，而这些燃料的燃烧会释放大量的有害物质，导致严重的室内空气污染。尤其是在乡村地区，三分之二的家庭仍在使用传统的炉灶进行烹饪，这种烹饪方式不仅污染室内空气，还会造成健康危害。尽管近些年有推广清洁能源炉具的努力，但由于经济、技术和文化等多重因素的影响，许多家庭依然没有改善烹饪方式。

## 3.2 大气污染防治与相关法律

孟加拉国最早于 1989 年通过《制砖与砖窑（控制）法》，率先对制砖行业高排放特征进行限制，以减少砖窑燃烧对空气质量的影响。此后，1995 年的《环境保护法》确立了国家环境立法的总体框架，将大气污染防治纳入了法律监管范

围；为配合该法，1997年的《环境保护规则》进一步明确了大气污染物的排放标准及相关监管措施。2000年出台的《环境法院法》为空气污染等环境纠纷的司法程序提供了法律依据，强化了执法威慑力。2013年修订的《制砖与砖窑（控制）法》在原有基础上加强了对高污染砖窑的管理，并鼓励采用更清洁、高效的制砖技术；近年，政府还通过制定车辆尾气排放标准及拟议中的《清洁空气法案》等，不断完善城市和工业区的大气污染综合治理体系，从而在立法与执法层面持续推进空气质量的改善。

然而，执法力量相对不足，传统高排放砖窑依然大量存在，水泥、化工等行业减排措施落实不完善，拟议中的《清洁空气法案》尚未全面立法，社会公众和媒体的环境监督参与度也需进一步提高。总体而言，孟加拉国在水污染与大气污染治理方面的法律基础已初具规模，但要实现更有效的执行与环境改善，还需在执法机制建设、基础设施投入和公众参与等方面持续发力。

### 3.3 上海市大气污染防治

上海市是中国经济发展最为迅速的城市之一，作为国家发展的中坚力量，其高速增长在带来显著经济价值的同时，也导致了大量污染物的排放，严重影响了大气环境的质量，给环境可持续发展带来了沉重负担。2013年12月，上海经历了连续9天的空气污染事件，其持续时间之长、影响范围之广，深刻揭示了传统应对措施之不足。这一事件促使社会各界认识到，等污染发生后才启动预警和应急减排措施已为时过晚，亟需提前应对，必须从源头上治理污染，推动大气污染防治策略从末端控制转向源头管控，彻底弄清污染成因和来源，根除“病根”。在此背景下，上海市通过实施多维度、综合性的治理措施，取得了显著的环境改善成效，为其他城市提供了宝贵的经验。

系统性规划与专项行动。《上海市清洁空气行动计划（2013—2017年）》：

上海于 2013 年启动了这一计划，涵盖能源、产业、交通、建设、农业、社会生活等六大领域，提出 187 项具体任务措施，集中解决能源依赖石化燃料、产业结构问题、交通运输污染等突出问题。2018 年启动了新一轮清洁空气行动，主要针对臭氧污染日益严重的情况，进一步加大对电厂、工业挥发性有机物、移动源的治理力度，同时强化全市范围的深度治理。

创新市场机制和监管手段。启动排污收费试点，上海于 2015 年底启动了挥发性有机物排污收费试点，通过差别化收费政策，鼓励企业减少污染排放，取得了良好的减排效果。建立排污许可制度，上海率先在全国推行排污许可制度，通过发放排污许可证，明确企业的排放总量和污染物种类，限制企业的排放行为，并通过市场机制激励企业自觉治理污染。

跨区域合作与联动。2013 年，长三角地区（上海、江苏、浙江、安徽）成立了跨区域大气污染防治合作机制，推动区域内的协同治理。这包括高污染车辆限行、统一排放标准、区域内柴油货车专项治理等举措。同时，建立了区域空气质量预测预报系统，使得区域内空气质量的监控和应急响应更加精准和及时。

持续强化监管与执法。上海通过严格的执法和日常监管，实施扬尘、工业污染源、移动源等多方面的治理。重点加强建筑工地、工业排放等领域的监管，确保污染防治措施得以有效落实。

数据监控与科技支持。首先是在线监测，上海建立了包括重点源在线监测、超级站和空气质量常规监测站在内的完备监测体系，不仅加强了污染源的实时监管，也为空气质量预测和预警提供了数据支持。此外，通过溯源分析、走航监测等先进技术，上海能够实时发现臭氧和 PM<sub>2.5</sub> 的来源，有针对性地采取治理措施。

政府和公众参与。上海市政府在推动新能源车和电动摩托发展方面采取了多项积极措施，以应对大气污染和减少碳排放。政府通过提供购车补贴、税收减免等政策，鼓励消费者购买电动汽车和电动摩托，同时加大充电基础设施的建设，确保市民能够便捷地使用这些绿色交通工具。此外，上海市在公共交通领域推广

电动公交车和电动出租车，进一步推动电动化进程。电动摩托的推广也在缓解交通拥堵和减少污染方面发挥了重要作用。上海市还倡导“绿色出行”，鼓励市民使用公共交通、共享单车和电动汽车等环保出行方式。

**固体废弃物：快速城市化与回收体系薄弱**

**4**

# 固体废弃物： 快速城市化与回收体系薄弱

孟加拉国每天产生约 25,000 吨垃圾,达卡等城市每天处理近 6,500 吨垃圾,预计到 2032 年将达到 8,500 吨。令人震惊的是,城市地区 55% 的固体垃圾仍未收集,加剧了污染、公共卫生风险和气候变化。

## 4.1 固体废弃物主要来源

### 4.1.1 城市生活垃圾

孟加拉国人口超过 1.6 亿,其中 29.4% 生活在城市地区。2005 年,固废产生率为 13332 吨/天,平均为 0.41 千克/人/天。由于城市面积的扩大和人口的增长,2014 年城市总人口为 4194 万,城市垃圾产生量为 23688 吨/日,平均为 0.56 千克/人/日 (Abedin 和 Qiao,2020)。未来随着城市人口的增加,该数据量还会继续上升。在孟加拉国,城市生活垃圾的主要来源是家庭、工业、医院/诊所、生鲜市场、购物中心、餐厅/食堂和屠宰场。家庭固体废物约占城市生活垃圾总量的 90%,其中,有机固体废物包括食物残渣、果皮、蔬菜叶、餐后垃圾等约占 80~92%。这些有机废物是城市垃圾中的主要组成部分,通常难以处理,容易腐烂并产生恶臭。城市生活垃圾的次要来源是旅游景点、娱乐中心和机构,它们也间接地对环境和健康危害起着重要作用。

### 4.1.2 危险废物

随着越来越多地使用化学物质和电子产品，孟加拉国危险废物的数量和数量也在迅速增加。有些人还购买二手或翻新的电子产品，而不考虑这些产品对人体健康和环境的负面影响。这些最终用户中的大多数将这些物品丢弃，并将这些物质直接暴露在附近的环境中。同时，大多数危险废物的生产者或进口商很少意识到露天倾倒或到处暴露的有害影响。除此之外，法律和监管框架没有得到适当的遵守。孟加拉国政府于1996年引入了监管框架，但它不能给人们处理危险废物的行为带来任何重大改变，而是一些人继续进口二手商品和有毒化学品，仍然普遍存在着从发达国家非法进口废料和二手产品的现象，例如从发达国家进口船舶废料和废金属。比如，来自美国的有毒电子和塑料废物；来自加拿大的致癌石棉；来自欧盟、澳大利亚和美国的劣质钢板和锡板；来自阿拉伯联合酋长国、伊朗和科威特的有毒废油；来自德国、丹麦、荷兰、英国、比利时和挪威的镉、铬、钴、锑、铅和铊等金属废物和废料都倾倒在孟加拉国（ESDO，2012）。

### 4.1.3 塑料污染

2010年，孟加拉国是20个管理不善的塑料废物产生国之一（Jambeck, et al, 2015）。尽管与其他发达国家相比，孟加拉国产生的塑料废物较少，但管理不善的塑料废物数量仍然令人担忧。直到现在，孟加拉国的塑料垃圾污染仍是一个难题，大多废弃塑料没有得到充分管理或妥善处理的废物，只是被丢弃在露天垃圾填埋场。尽管孟加拉国的每个市政府最终负责监督废物收集和管理，但非正规部门收集了绝大多数塑料废物。达卡是孟加拉国最大的城市，拥有1000万人口，产生了该国大部分的城市垃圾，其次是吉大港（BBS，2022）。多年来，孟加拉国的塑料污染很少受到关注，尽管从数据中可以明显看出，随着城市化的升级，孟加拉国的塑料污染正在上升。达卡都市地区每天产生的废物为6646吨，其中10%是塑料。

在孟加拉国，只有不到一半的塑料垃圾被回收，48%的塑料垃圾被送到垃圾填埋场，其余的要么被倾倒在河流中，要么被丢弃在排水沟和城市公司的其他地区（WB，2021年）。作为塑料污染媒介的水系统，河流将管理不善的塑料废物从一个地区转移到另一个地区，在塑料污染的主要驱动因素之一中发挥着重要作用。恒河是世界海洋塑料污染的第二大河流来源（Chowdhury, et al, 2020）。恒河支流流入帕德玛和梅克纳河，最终汇入孟加拉湾。然而，孟加拉国沿海地区约89%的塑料垃圾尚未得到妥善处理。塑料工业也在很大程度上造成了孟加拉国日益增长的管理不善的塑料废物。孟加拉国约有5000家塑料制造商，雇佣了约120万人（BIDA，2021）。这些生产单位正在生产大量的塑料产品，以满足国内和国际消费者的需求。人均塑料消费量从2005年的每年3 kg增加到2020年的每年9 kg。仅在达卡，塑料的平均消费量就从2005年的每年9.2 kg增加到2020年的每年22.25 kg（WB，2021）。

塑料废物产生的另一个主要驱动因素是孟加拉国家庭普遍缺乏环保意识。在孟加拉国，塑料并没有从源头进行隔离，各家各户把所有的垃圾收集起来再处理。尽管这样较为方便，但这也污染了塑料，这些塑料本可以在废物处理的后期阶段分离和回收。许多废旧塑料回收厂家主要收集回收PET瓶，因为它们具有很高的市场价值，即使弄脏了也很容易清洗。而诸如聚乙烯包装、低密度聚乙烯和多层塑料产品等材料通常不会被废物收集者收集，因为它们的市场价值较低，不易熔化，并且需要大量时间来分离和收集。同时由于孟加拉国的回收行业没有适当的技术，诸如薯片和其他食品包装之类的难以回收。因此，很大一部分聚乙烯袋、包装、包装纸堆积在垃圾填埋场。

此外，水体中的塑料废物问题普遍存在于孟加拉国，塑料垃圾也是孟加拉国沿海地区海洋污染的主要原因。在许多孟加拉国的沿海地区，游客和游客将一次性塑料物品扔在海滩上，最终流入大海。同时，由于降雨，孟加拉国垃圾填埋场的塑料垃圾也会沉积在周围城市的运河和河道中。塑料垃圾也堵塞了运河和污水

系统。

## 4.2 固体废弃物相关法律

根据 1995 年环境法，孟加拉国于 2002 年禁止使用塑料购物袋。然而，由于缺乏替代办法和监管机构的强制执行，这项禁令基本被认为是无效的。孟加拉国高等法院于 2020 年发布了一项命令，要求在全国范围内严格执行塑料袋禁令。这包括常规的市场观察，关闭生产聚乙烯袋的公司，没收设备。高等法院还发布了一项禁令，禁止在沿海地区的酒店和餐馆携带、销售和宣传塑料购物袋和其他一次性塑料制品，如吸管、棉签、餐具、瓶子、食品容器和塑料盘子。2010 年，修订了国家废物管理 3R 战略。国家 3R 战略涉及减少、再利用和再循环，规定了适当的废物管理流，以减少到 2015 年在露天田地、水道和洪泛平原的废物处置。

然而，由于缺乏执法和体制基础设施不足，几乎所有的家庭都没有将其废物分类，这使得废物收集者很难进行回收。除了塑料袋禁令和国家 3R 战略外，孟加拉国政府还采取了其他几项举措来减少塑料或固体废物管理不善。然而，目前监管塑料污染的规定要么不足，要么没有实施。例如，当局禁止使用聚乙烯袋，但对塑料袋的来源或制造塑料袋的技术没有任何限制。此外，考虑到循环经济日益增长的重要性，孟加拉国已经制定了国家废物管理 3R 战略，但没有指定的行动计划来应对价值链各个阶段的塑料废物挑战。

## 4.3 上海市无废城市建设

上海，作为中国最大的城市之一，不仅在经济、文化上处于领先地位，也面临着日益严峻的固体废弃物处理问题。随着城市人口的急剧增长和消费模式的变化，上海的固体废弃物产量呈现出显著增长趋势，这对城市的可持续发展带来了挑战。上海市的废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾、一般工业废物和废物医疗

以及农业废弃物五大类。2024年上海市出台了上海无废城市建设条例，这是中国首个专注于“无废城市”建设的地方法规，标志着上海正在全力迈进“无废城市”。同时，上海市作为全国垃圾分类、减量、资源化的行动带头人，针对不同类型的固体废弃物展开了污染治理。

#### 4.3.1 生活垃圾

目前，上海市生活垃圾按“大分流、小分类”原则进行分类治理，“大分流”包括大件垃圾（不包括冰箱、电视机等家电）、水域垃圾、装修垃圾（虽然不属于生活垃圾，但一般也在“大分流”范围内），小分类包括“干垃圾、湿垃圾、可回收物、有害垃圾”。按照原生生活垃圾零填埋的原则，上海市推进生活垃圾焚烧处理设施建设，积极拓展湿垃圾处理利用路径，探索源头减量化途径并构建两网融合回收体系，以改善生活垃圾资源化利用遭遇瓶颈、减量化进展缓慢的情况。干垃圾全量焚烧，改进焚烧处理相关工艺参数以适应垃圾分类全覆盖后的生活垃圾；湿垃圾按提高各环节脱水能力、推进农业有机肥厂协同处理、达标改造小型就地处理设施、提高厌氧消化为主的集中处理能力、探索研究资源化利用产品及其副产品应用等，多途径全面提升湿垃圾资源化利用水平；推动源头减量管控政策和措施的研究，逐步落实源头减量化要求。按不同垃圾处理方案及管理模式特点、结合现有设施布局，上海市因地制宜布局环卫设施。

#### 4.3.2 建筑垃圾

建筑垃圾根据其产生源及垃圾性质不同按工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆房垃圾和装修垃圾五大类进行分类治理。工程渣土，进入消纳场所进行消纳，消纳场所按绿地、生态间隔带、圈围区域等布局；工程泥浆，进入泥浆预处理设施进行预处理后，进入消纳场所进行消纳；装修垃圾和拆除工程中产生的废弃物，经分拣后进入消纳场所和资源化利用设施进行消纳、利用，消纳场所在考虑运输距离前提下按东、南、西、北相对均衡布局；建筑废弃混凝土，进入资源化利用

设施进行利用。

上海市建筑垃圾主要处置方式为低洼填平、工程回填、堆坡造景、便道铺设以及制备再生骨料、再生砖等。大多工程渣土被用来直接回填，工程泥浆的资源化利用主要方式为吹填造地和低洼地复耕，建筑废弃混凝土主要形成再生骨料后用于工程，其回收利用率非常高，几乎可以达到 100% 资源化利用，并且资源化产品质量较高。

#### 4.3.3 一般工业废物

上海市一般工业废物按照“全覆盖、分级分类、落实去向”的工作思路，通过废物产生单位在废物产生、贮存、收集、利用、处置全过程进行管理情况填报，形成从源头到末端的闭环管理。

在资源化利用方面，冶炼渣开发应用为矿渣粉系列、钢渣颗粒系列、水工掺合料系列、混凝土再生骨料，粉煤灰主要应用于生产墙体材料、水泥、混凝土、预拌砂浆的掺合料以及市政工程材料，炉渣主要应用于墙体材料，脱硫石膏主要应用于建筑石膏板、建筑装饰材料和墙体保温材料。此外，上海市工业固体废物焚烧处置方式主要采用工业锅炉、自设焚烧炉或委托危险废物焚烧处理企业进行焚烧处置；工业固体废物填埋处置主要采取围海处置、低洼地回填、或进入生活垃圾填埋场填埋处置。

#### 4.3.4 危废医废

上海市以危险废物规范化管理为抓手，围绕管理计划、申报登记、转移联单、经营许可等制度，针对危险废物产生、收集、贮存、转移、利用和处置等环节，按照危险废物综合利用、焚烧处置、填埋托底梯次推进原则，不断提升利用处置的规模水平，基本建成了危险废物全过程闭环管理体系。

医疗废物安全收运处置全覆盖，由固体废物处理公司建立“公交车式”收运

体系，医疗机构各科室收集医废后，存放在本单位的固定场所待固处公司人员上门收集，利用物流管理信息系统实现了医疗废物收运的“定人、定车、定线路、定时间”的四定工作，目前上海市医疗废物总处置能力超过 400 吨 / 日。

#### 4.3.5 农业废弃物

农业废物领域资源化利用水平较高，已基本实现“零填埋”，农药包装废弃物和农业薄膜回收处置，基本实现全量回收，畜禽养殖废弃物和粮油作物秸秆资源化利用实现全覆盖。

**环境污染：  
城市发展的必然结果**

**5**

## 环境污染： 城市发展的必然结果

从孟加拉国水、大气和固体废弃物的污染现状来看，与孟加拉国的快速城市化和工业化离不开关系。孟加拉国城市化进程加快，特别是达卡等大城市，人口密度极高，生活垃圾、污水和大气污染问题日益严重。机动车尾气排放、建筑工地粉尘以及垃圾焚烧等因素共同造成空气质量下降。与此同时，基础设施不足与环境治理能力滞后导致环境污染更加严重。由于工业化快速推进，而环保政策和基础设施建设相对滞后，导致污染物排放未能得到有效控制。例如，工业废水的处理率较低，大量未经处理的废水排入河流，对水资源和生态环境造成破坏。因此，本章节对孟加拉国的城市发展与环境污染之间的关系进行了总结，后续内容将对孟加拉国的产业结构和能源结构进一步分析。

### 5.1 城市与工业化对孟加拉国环境的影响

工业的发展对城市的经济带来了巨大贡献，然而目前孟加拉国的高污染行业占比过大。孟加拉国当前产业结构仍以劳动密集型和资源消耗型产业为主，例如纺织、制鞋、制药和食品加工等行业，其生产过程不仅消耗了大量的淡水，还涉及大量化学品使用和污染物排放。同时，孟加拉国缺乏高附加值绿色产业。相较于发达经济体，孟加拉国的高科技制造、绿色能源产业发展滞后，导致经济增长对高污染产业的依赖较大。此外，孟加拉国的资源利用效率较低。许多传统行业

的生产模式仍然较为粗放，能源和资源利用效率较低。

## 5.2 能源对孟加拉国环境的影响

目前孟加拉国能源结构仍以化石能源为主。孟加拉国的能源供应高度依赖天然气，可再生能源占比极低。这种高碳能源结构是温室气体排放和空气污染的主要来源。与此同时，孟加拉国的燃煤发电和工业锅炉排放大量二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）和颗粒物（PM<sub>2.5</sub>），导致严重的空气污染，特别是在工业密集区和城市地区。如果孟加拉国提高太阳能、风能等可再生能源的占比，电力行业的大气污染和碳排放将显著降低，从而改善空气质量、减少温室气体排放。同时，相比燃煤电厂和化石燃料发电，可再生能源的发电过程不需要大量冷却水，能够减少工业对水资源的消耗和污染。从产业的能耗角度来看，孟加拉国的工业（如纺织、制药、食品加工）和交通（特别是燃油车辆）消耗大量化石能源，且能源利用效率较低。传统工厂和老旧设备的低效运行导致能源浪费，并加剧环境污染。

# 6

产业结构：  
多元化发展欠缺

# 产业结构： 多元化发展欠缺

## 6.1 严重依赖纺织工业

孟加拉国的产业结构多元化发展相对欠缺，经济仍然过于依赖传统的农业和纺织服装行业。尽管近年来工业和服务业有所发展，但整体结构的多样化和高附加值产业的比例仍然较低。首先是农业依赖性强。孟加拉国的经济基础仍然深受农业影响，尽管农业在 GDP 中的比重逐年下降，但其在农村地区的就业和生计保障中仍占据重要地位。农业生产主要集中在稻米、黄麻、甘蔗等领域，尽管有一定的多样性，但缺乏现代化和技术驱动的转型。纺织和服装产业占据主导地位。纺织和服装业是孟加拉国最大的出口行业，约占该国总出口的 80% 以上。尤其是对欧美市场。尽管纺织业促进了经济的快速增长，但其主要依靠低成本的劳动力和低附加值生产，缺乏高技术含量和创新驱动。与此同时，除了纺织业，孟加拉国的其他工业部门相对薄弱。尽管存在一些制造业领域，如食品加工等行业，但这些行业的规模和技术水平较低，且缺乏创新和竞争力，导致孟加拉国在全球产业链中的地位较为边缘。受限于基础设施建设滞后、技术创新不足和资本短缺，孟加拉国难以在高附加值产业和技术密集型产业中取得突破。

此外，由于产业结构单一，孟加拉国的经济发展受到外部市场波动和产业周期的影响较大。例如，全球纺织品需求的波动可能直接影响到该国的出口收入和

就业。即便在全球市场中占据重要地位，孟加拉国纺织业的竞争力也在逐渐面临来自其他低成本生产国（如越南、印度、柬埔寨等）的竞争。同时，产业的低附加值和劳动密集型特点也使孟加拉国面临资源消耗高、环境污染严重等问题，且在产业升级和技术进步方面进展缓慢。

## 6.2 纺织行业带来严重的环境污染

纺织和皮革工业是孟加拉国经济的重要支柱，但它们也对环境造成了严重的影响，尤其是在水资源消耗和废水排放方面。目前，孟加拉国的纺织厂大多数缺乏有效的污水处理设施，这导致了严重的水污染问题，给当地的水资源和生态环境带来了巨大压力。

孟加拉国目前拥有约 220 家制革厂和 2500 家其他制造厂，以及 90 家需要大量水的大型企业。纺织行业尤其对水资源的需求巨大。据估算，每家纺织厂平均每生产 1 公斤纺织品就需要 250 至 300 升水。这一高水耗的生产模式，导致了大量的水资源浪费和水污染。在纺织品和皮革的制造过程中，需要使用大量的染料、无机化学品和其他助剂，这些化学品不仅增加了生产成本，还导致了大量有害废水的排放。特别是在制革行业，一个典型的制革厂在处理 1 吨湿盐皮时，大约需要使用 40 立方米的水和 450 公斤的各种化学品。制革工业的水资源消耗量巨大，且由于大部分使用过的水无法回收，90% 的水最终都变成了废水。这些废水中含有大量的有害物质，包括未被充分处理的染料、重金属以及其他工业化学品，对水体造成严重污染。令人震惊的是，纺织和皮革行业的水需求量相当于孟加拉国 6000 万人一年的用水量。纺织行业的水资源消耗已经占据了孟加拉国水资源的一个重要部分，随着工业化和人口增长，水资源的可持续利用问题将更加严峻。

除了水资源消耗，纺织行业还面临着巨大的能源消耗问题。纺织生产过程需要大量的能源，尤其是热能和电力，用于染色、烘干、蒸汽处理等工序。这些能

源消耗导致了大量的碳排放，加剧了温室气体的排放，进一步加剧了气候变化问题。

## 6.3 上海市产业结构多元化的建设路径

### 6.3.1 推动高技术产业和创新驱动

上海通过加大对科技创新的投资，尤其是在人工智能、生物医药、新能源和半导体等领域，成功吸引了大量高科技企业和创新型人才。上海在自贸区的设立、科技孵化器、创新型企业的扶持政策等方面作出了积极努力。上海还建立了众多国家级科研机构和创新平台，如上海张江高科技园区，为技术研发提供了强大的支持。

### 6.3.2 发展现代服务业并加快产业集聚和区域协调发展

作为中国的金融中心和先进制造业高地，上海在发展过程中积极推动产业结构的多元化建设。近年来，上海加快金融改革，逐步建立了包括股票、债券、期货在内的多层次资本市场体系。上海证券交易所和科创板的设立为创新型企业提供了丰富的融资渠道，助力实体经济发展。同时，上海推动现代服务业与先进制造业的协同发展，依托国家金融、航运、贸易中心优势，大力发展金融、物流、信息技术等高端服务业，并推动高端装备、新能源汽车、生物医药、人工智能等产业集群化。例如，浦东新区集中了金融、科技、制造等多种产业，形成了强大的产业互补和创新驱动效应。此外，上海还积极推进与长三角其他省市的经济一体化，实现了产业链的优化与资源的高效配置。

### 6.3.3 加强基础设施建设和现代化

上海的基础设施建设处于世界领先水平，涵盖港口、机场、高速公路等交通基础设施，还包括信息通信、能源供应等现代化基础设施。其中，上海港作为世

界最繁忙的港口之一，集装箱吞吐量连续多年位居世界第一。近年来，上海持续升级港口基础设施，推进深水航道、自动化码头和智慧港口建设，提升运转效率与绿色化水平。此外，上海机场的航班密度和运输能力也位居全球前列。

#### 6.3.4 可持续发展和绿色经济

上海在推动产业发展的同时，也注重环境保护和可持续发展。例如，上海提出了“绿色发展”的概念，发展新能源、节能环保产业，推动传统工业的绿色转型。尤其是在发展绿色能源和绿色交通工具方面取得了显著进展，采取了多项创新举措。在绿色能源领域，上海大力推进太阳能、风能等可再生能源的应用，特别是通过“光伏建筑一体化”和海上风电等项目，推动清洁能源的广泛应用。此外，上海还加强了智能电网和分布式能源系统的建设，促进了能源结构的多元化和可持续性。在绿色交通方面，上海通过政策激励和基础设施建设，推广了电动汽车、电动公交车和电动出租车等绿色交通工具，同时大力建设充电桩网络，确保电动汽车的广泛应用。上海还支持氢燃料电池汽车的试点应用，并推动智能交通系统的建设，提升了交通管理的效率和绿色化水平。

#### 6.3.5 加强人才培养和引进

上海重视教育与人才培养，尤其是高等教育和职业技术教育。上海通过与国际名校合作，建立了一批世界级的高校和研究机构，吸引了大量的顶尖人才。此外，上海还积极推动职教改革，为产业发展提供了大量的技术工人和高端人才。

#### 6.3.6 优化营商环境

上海作为中国的开放窗口，推动了对外贸易和外资的引入，实施了自由贸易区、保税区等政策，吸引了大量外资企业进入。如引进特斯拉等新能源企业，不仅提高了就业促进经济的发展，也展现出上海营商环境的开放。上海还积极融入全球经济，成为全球供应链的重要节点。

## 能源消费现状与结构

# 7

# 能源消费现状与结构

## 7.1 能源消耗现在与结构

孟加拉国的最终能源消耗总量在 2000 年至 2022 年间总体呈上升趋势，尤其是在 2010 年之后增长较快。然而，2020 年受到全球性事件（如 COVID-19 大流行）影响，能源消耗出现短暂下降，随后又恢复增长。

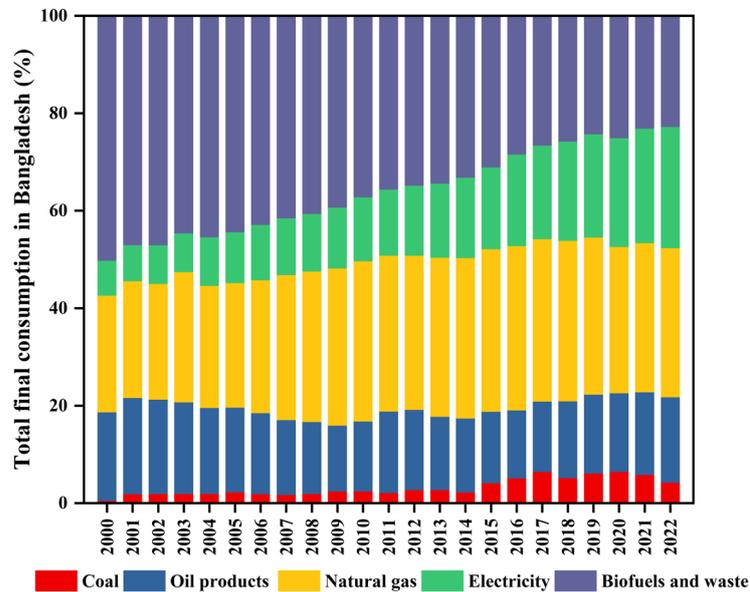


图 3 孟加拉国 2000-2022 年最终能源消耗占比

资料来源：International Energy Agency, Reference website: <https://www.iea.org/countries/bangladesh/energy-mix>

在各类能源的消耗量变化中，1) 天然气始终是孟加拉国主要的能源消耗者，消耗量由 2000 年的 149579 TJ 增长至 2022 年的 425445 TJ，增长近 2.8 倍。其占比在 2000 年约为 42.9%，在 2022 年仍保持在 40% 左右，说明天然气在能源结构中的主导地位未发生显著变化。2) 而生物质与废弃物一直是重要的能源来源，虽然消耗量在 2000 年至 2014 年间持续增长，但在 2014 年达到峰值 (349459 TJ) 后逐渐下降至 2022 年的 315807 TJ。其占比由 2000 年的 44.8% 下降至 2022 年的约 29.6%，表明孟加拉国正在逐步减少对传统生物质能源的依赖。3) 电力消耗显著增长，由 2000 年的 44884 TJ 上升至 2022 年的 345826 TJ，增长约 6.7 倍。其占比由 12.9% (2000 年) 上升至 32.4% (2022 年)，反映了孟加拉国电气化程度的提高。4) 而石油产品得消耗量总体增长，由 2000 年的 113660 TJ 增长至 2022 年的 243907 TJ，增加约 2.1 倍。其占比在 2000 年为 32.1%，到 2022 年约为 22.8%，说明虽然石油产品的消费量增加，但其在能源结构中的比重相对减少。5) 煤炭消耗量在 2000 年较低 (3620 TJ)，但在 2022 年达到 59731 TJ，增长超过 16 倍。然而，其在总能源消耗中的占比仍然较低，从 2000 年的 1.1% 增加到 2022 年的约 5.6%，表明煤炭的使用有所增加但仍非主要能源。

## 7.2 发电结构

从 2000 年到 2022 年，孟加拉国的总发电量显著增长，尤其是天然气和可再生能源（如水电、风能、太阳能）的贡献不断增加。2000 年，孟加拉国的发电量主要依赖于天然气 (13984 GWh) 和水电 (767 GWh)，而到 2022 年，总发电量已大幅上升，供电结构也经历了显著变化。在化石燃料发电中，1) 天然气一直是孟加拉国电力供应的主要来源，发电量从 2000 年的 13984 GWh 增长到 2022 年的 69214 GWh，增长近 4.95 倍。其在总发电量中的占比虽然有所下降，但仍然是绝对主力能源，表明孟加拉国的电力结构仍然高度依赖天然气。2) 而

2005 年之前，孟加拉国的电力结构中几乎没有煤炭发电。自 2005 年开始，煤炭发电量逐步增加，到 2022 年达到 5663 GWh，占比有所上升。这表明孟加拉国在近年来增加了煤炭发电，但其比例仍然远低于天然气。3) 石油发电量整体增长较快，从 2000 年的 1,020 GWh 增长到 2022 年的 25810 GWh，增长超过 25 倍。石油发电的占比从 2000 年的约 6.8% 上升到 2022 年的 20.5%。

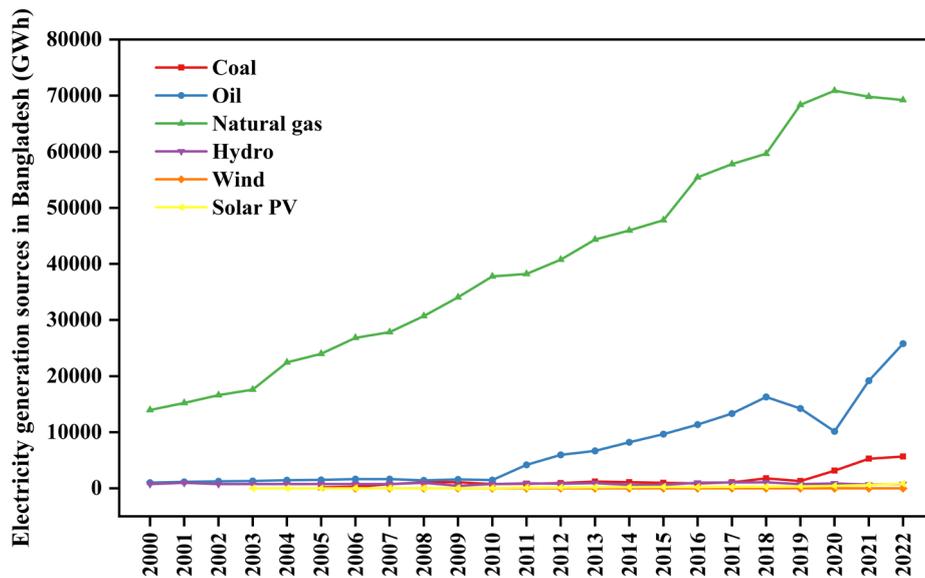


图 4 孟加拉国 2000—2022 年发电来源

资料来源：the International Energy Agency, Reference website: <https://www.iea.org/countries/bangladesh/electricity>

而在可再生能源发电中，水电发电量变化不大，基本稳定在 600–1,000 GWh 之间，表明孟加拉国的水电资源开发受限，其在总发电量中的占比逐步下降。风能发电在 2006 年才开始出现，最初规模极小（1 GWh），到 2022 年也仅达到 5 GWh，占比仍然可以忽略不计，说明孟加拉国的风能发展仍处于初级阶段，未形成大规模商业化应用。太阳能发电自 2005 年开始逐步发展，从最初的 3 GWh 增长到 2022 年的 865 GWh，增长了近 289 倍，虽然总量仍较小，但其增长速度较快，表明未来可能会有更大的发展潜力。

总的来说，天然气仍然是主力能源，但其占比有所下降，表明能源结构正在

朝多元化方向发展。然而，煤炭和石油等化石燃料发电占比上升，虽然煤炭的增幅较低，表明孟加拉国并未像一些其他发展中国家那样大规模依赖煤炭，但更多依赖石油补充电力供应。可再生能源虽增长显著，但在总发电量中的占比仍然较低，表明孟加拉国在能源转型方面仍处于早期阶段。

## 7.3 上海市能源结构优化路径

### 7.3.1 政策体系与市场机制

在顶层设计中，上海市在“十四五”规划中确立了“减煤、控油、增气、发展非化石能源”的能源发展方向，并通过地方立法、碳市场建设和财政激励等手段，推动能源结构调整。作为全国碳交易市场的核心运营中心，上海已将钢铁、电力等 2000 余家重点排放企业纳入碳排放配额管理体系，2023 年碳配额成交量占全国总量的 80% 以上。此外，上海推出“碳普惠”平台，鼓励居民通过绿色出行、垃圾分类等低碳行为获得碳积分，实现个人碳减排的市场化应用。政策保障方面，上海市通过《上海市节约能源条例》等政策强化节能管理，要求新建建筑 100% 执行绿色建筑标准，并对高耗能企业实行阶梯电价，提高能源利用效率并推动产业低碳化。同时，政府通过专项补贴加速清洁能源技术的推广，对分布式光伏项目提供 0.25 元 / 千瓦时的度电补贴，并对氢燃料电池汽车给予最高 50 万元 / 辆的购置补贴，增强了市场主体投资积极性。

### 7.3.2 可再生能源的多元化布局

在可再生能源布局方面，上海市积极开发海上风电、光伏、生物质能及垃圾发电，以优化能源供应结构。上海东海大桥二期风电项目装机容量达 300 MW，年发电量可满足 50 万户家庭用电需求，同时，上海正布局深远海漂浮式风电项目，如奉贤海域规划的风电基地，有望突破近海资源限制。光伏应用方面，临港新片

区推进“光伏+车棚”“光伏+农业大棚”等一体化项目，总装机规模超 200 MW，而上海市崇明岛正在打造“零碳社区”，屋顶光伏覆盖率已超过 60%，成为分布式光伏的示范区域。在生物质能利用方面，上海老港生态基地建成全球规模最大的垃圾焚烧发电厂，日均处理垃圾 9000 吨，年发电量超 10 亿千瓦时，不仅提高了垃圾资源化利用水平，也保障了清洁能源的稳定供应。

### 7.3.3 工业与交通深度脱碳

工业与交通领域的深度脱碳是上海能源转型的重要方向。钢铁行业方面，作为行业内领先的宝武钢铁集团采用富氢碳循环高炉技术，使焦炭消耗量减少 15%，并规划至 2035 年实现氢能替代传统化石燃料，推动钢铁生产全流程低碳化。在港口建设方面，上海洋山港加快部署全电动自动导引车（AGV）及 LNG 动力船舶，预计到 2025 年岸电覆盖率达到 100%，靠港船舶碳排放将减少 90%。新能源汽车生态链的构建同样是重点，特斯拉上海超级工厂年产能达 75 万辆，带动了包括宁德时代在内的本地电池企业发展。此外，全市累计建成充电桩超 50 万个，为新能源汽车的推广应用提供了完善的基础设施保障。

### 7.3.4 智慧能源与技术创新

在智慧能源和技术创新方面，上海市通过数字化手段优化能源管理，并推动氢能产业链发展。上海黄浦区试点建设的虚拟电厂，聚合商业楼宇储能设施及空调负荷，实现 100 MW 的调节能力，相当于一座中型火电厂的负荷调节水平，提高了电网灵活性和能源利用效率。氢能产业方面，上海市嘉定区正在建设“氢能港”，涵盖从绿电电解水制氢、高压储运到终端应用（氢能公交、物流车辆）等完整产业链。与此同时，上海市浦东张江科学城的“数字孪生电网”通过实时仿真与智能调度，实现电力负荷预测与优化，将故障恢复时间缩短至毫秒级，提高了电网运行的可靠性和韧性。

孟加拉国环境管理的  
建议与启示

8

## 孟加拉国环境管理的建议与启示

我们根据上海在不同环境领域的治理经验，结合孟加拉国实际国情，提出了短期（1–3年），中期（3–10年）和长期（10年以上）三个时间线的环境治理政策建议。

### 8.1 水污染治理

在水污染治理中，短期着重“立制 + 试点”，即通过法规修订、试点项目 and 政策工具（如补贴、罚款）快速遏制污染恶化趋势。中期着重“扩面 + 转型”，将成功经验推广至全国，配套基础设施建设和产业升级。而长期则着重“系统 + 智慧”，通过数字化管理实现环境治理现代化。

#### 8.1.1 短期（1–3年）

完善顶层设计与政策框架。启动《国家水污染综合治理五年计划》，明确优先治理的河流，制定分阶段水质目标。修订现有的《孟加拉国水污染防治法》，增设对化工、纺织、制药行业废水排放的强制性标准（如  $\text{COD} \leq 100\text{mg/L}$ ，氨氮  $\leq 15\text{mg/L}$ ），对超标企业实施阶梯式罚款（首次警告、二次罚款、三次停产整顿）。而对于地方政府而言，考虑在达卡、等大城市建立“水污染治理联合办公室”，整合环保、水利、农业部门资源，实行“河长制”，由市长或区长担任重点河流的治理责任人，定期公开治理进展。此外，对城市生活污水直排口进行摸底排查，

例如设置目标年年底前完成 50% 以上排污口的截污纳管改造。

针对重点污染产业治理和源头减排。对全国纺织印染企业实施“一厂一策”清洁生产改造计划，要求目标年内制定数量的高耗水企业循环水系统升级（如反渗透技术）。而对于地方政府而言，在农业主产区考虑试点“生态农业补贴”。例如，对采用节水灌溉（如滴灌）和有机肥的农户提供每亩一定补贴，减少化肥流失率。

加强基础监测与应急能力建设。在主要河流布设一定数量的基础水质监测点，可以考虑每季度发布《全国重点河流水质红黑榜》，对连续三次“黑榜”的流域责任人启动问责。

### 8.1.2 中期（3—10 年）

深化治理与设施建设。推动“全国污水处理厂攻坚计划”，在全国范围内推进污水处理设施建设，优先在大城市和污染严重地区新建污水处理厂，实现城市生活污水的集中处理。对现有污水处理设施进行提标改造，提高污水处理效率和污染物去除率。对于地方政府，考虑结合上海的成功经验，加快市政污水处理厂的建设步伐，优化污水处理厂布局，减少污水直排问题。在农村和偏远地区，推广低成本、易操作的分散式污水处理技术（如家庭污水处理装置、小型净水设备等），减少生活污水对周围水体的污染，并设置目标年内覆盖一定面积的农村聚居区，减少农村地区的水污染。

加快实施水污染控制与生态修复。对污染严重的河流和水体，采取生态修复措施，如建设人工湿地、实施河道疏浚、设置水生植物带，以提升水体自净能力。针对孟加拉国主要污染河流实施系统化生态恢复工程，包括河道整治、湿地修复和生态护岸建设，以改善水质和提升生态多样性。

### 8.1.3 长期（10 年以上）

重点加强系统化与智慧化管理。未来可考虑建成“孟加拉国国家水环境智慧

监测平台”，整合卫星遥感、无人机巡查和物联网传感器数据，实现污染源 24 小时自动溯源（例如通过 AI 算法识别非法排污企业）。未来立法要求所有工业园区实现“废水零排放”。例如，强制企业配套建设膜生物反应器（MBR）和蒸发结晶设施，到 2035 年工业废水回用率  $\geq 95\%$ 。而对于地方政府，将湿地修复纳入城市总体规划。例如，在达卡东部划定 200 平方公里永久性湿地保护区，严禁商业开发，恢复本土水生植物覆盖率达一定水平。

## 8.2 大气污染治理

在孟加拉国的大气污染治理中，短期政策侧重于法规制定、重点污染源治理和初步电动化转型，中期政策加强监管、提升排放标准并推动可再生能源结合，长期政策则关注全面电气化、技术创新和国际合作。

### 8.2.1 短期（1–3 年）

加强大气污染防治及治理。启动孟加拉国清洁空气行动计划，结合当地大气污染现状，设定治理目标与措施，并明确各部门职责。而地方政府可以借鉴上海的空气重污染专项应急预案，针对不同地区的污染源制定详细应急响应和污染防治预案。

针对柴油车与非道路机械污染进行治理。逐步推进排放标准的实施，推动重型柴油车的排放标准制定，并出台过渡措施，以逐步淘汰高污染柴油车。同时，在城市地区加快推广电动汽车和电动自行车，以减少燃油车排放的二氧化碳、氮氧化物和颗粒物，改善空气质量。

重视源头管理。针对固定排放源（如砖窑），推动重点企业污染治理，加强高污染企业的环保督察，并制定年度治理计划，确保污染治理措施落地。针对砖窑、建筑施工、市政道路和堆场等扬尘源，加强管控，鼓励使用无尘或低尘材料，

强化扬尘点的覆盖与治理。

### 8.2.2 中期 (3–10 年)

完善污染源监管体系。中央政府应建立全国性污染源排放台账管理系统，强化企业污染排放监测，确保数据公开透明，并对违规企业实施严格的惩罚和整改措施。并推进“分类施策”治理模式，特别是针对砖窑等高排放行业，按照“一厂一策”原则制定个性化治理方案，确保行业绿色转型。

逐步完善机动车与非道路移动机械污染防治相关法案。持续开展机动车与非道路移动机械污染防治相关法律法规的调研，为制定更严格的排放标准、车用油品升级和车检标准提供政策依据。研究建立全国性机动车排放检测和监管体系，确保车辆环保达标，并对超标排放车辆实施严厉处罚。

### 8.2.3 长期 (10 年以上)

长期政策着重于可持续发展与长期污染治理。持续推进电动汽车和电动自行车的普及，并逐步淘汰燃油车，推动孟加拉国交通系统的全面电气化。强化大气污染防治技术创新，鼓励企业投资绿色生产技术，推动污染治理设备的升级换代。进一步优化空气质量管理体系，引入人工智能和大数据技术，实现精准污染预测和治理。结合国际先进经验，完善孟加拉国大气污染防治的法律体系，并积极参与国际环境合作，提高污染治理能力和技术水平。

## 8.3 固体废弃物管理

在孟加拉国固体废弃物管理中，短期政策主要聚焦法规制定、基础设施建设和塑料回收，中期政策侧重资源利用和垃圾分类，长期政策则强调循环经济、技术创新和再生资源市场的建立。

### 8.3.1 短期 (1–3 年)

强化顶层设计与固体废物管理体系建设。中央政府应定期更新固体废弃物的相关法律法规，使政策更加贴合孟加拉国的实际发展情况，特别是针对人口密集地区和城市化过程中固废处理难题，强化政府、企业和居民的责任分担。地方政府可以参考上海经验，出台类似《生活垃圾管理条例》的政策，推动生活垃圾和建筑垃圾的分类管理，并从大城市开始逐步向中小城市推广。通过财政补贴和税收优惠政策鼓励企业采用低成本、高效能的固废处理技术，并推动农业废弃物（如秸秆、畜禽粪便）的资源化利用，促进农业与环保产业结合。

展开废旧塑料回收治理行动。在固废管理体系中加入废旧塑料回收专项政策，制定废塑料分类与回收制度，明确企业、消费者和政府的责任。立法要求企业减少一次性塑料的使用，并鼓励塑料替代材料的研发与推广。在主要城市和乡村地区建设塑料回收点，并通过补贴和奖励政策鼓励市民和企业参与塑料回收，推动塑料循环经济发展。促进塑料再生产业的发展，鼓励利用回收塑料制造建筑材料和包装制品，以减少塑料废弃物对环境的压力。

### 8.3.2 中期 (3–10 年)

针对污染源逐步开展源头减量。推行绿色产业政策，针对纺织、食品加工等资源消耗较大且污染问题突出的行业，提供税收优惠和补贴，鼓励企业投资清洁生产技术，提升资源利用效率，减少废弃物的生成。推广绿色设计，鼓励企业在生产过程中使用可降解材料，并减少一次性包装物的使用，以降低环境污染，同时提升孟加拉国产品的国际竞争力。此外，为中小企业提供清洁生产改造补贴，鼓励企业逐步推进生产设备的绿色升级，并为经济相对落后地区提供低成本的清洁生产技术，帮助企业减少污染物排放。

完善末端处置与多源协同管理。优先在在达卡等大城市优先建设垃圾回收设施，确保垃圾分类基础设施的完善，并吸引企业通过公共 – 私人合作模式投资建

设垃圾回收站和运输中心。地方政府还可以根据不同区域的经济条件和人口密度，合理设置回收站点，避免资源浪费，提高回收效率。推进湿垃圾的堆肥处理和有机垃圾的资源化利用，以减少填埋，并逐步引入垃圾焚烧设施，实现垃圾能源化处理。借鉴上海的跨行业协同利用模式，在工业园区推动固废资源化利用，提高工业废弃物的循环利用率。建立农业废弃物的回收与资源化体系，通过财政补贴和建设农废物处理设施，推动农业废弃物的能源化和肥料化处理。

### 8.3.3 长期（10年以上）

逐步提升资源化利用水平。采用低成本、高效率的生物处理方法（如黑水虻技术）将湿垃圾转化为有机肥料或生物燃气，减少对环境的负担。通过政策支持，推动建筑垃圾的分类、回收与再生材料的使用，减少废弃物堆积和环境污染。发展废塑料的资源化利用，在大城市和工业区推广废塑料分类回收与再生，推动企业将回收塑料制成新型塑料制品或其他可再生材料。通过政策引导，支持企业和科研机构研发高效塑料回收技术，并推动塑料制品行业使用再生塑料，以降低原生塑料的使用，促进塑料循环经济发展。

鼓励再生资源市场发展。建立再生资源市场的相关法律法规，确保再生建材和可回收物品市场的健康运作，减少原生资源消耗。通过政府支持建立再生资源交易平台，促进国内外再生资源的交换与利用，提升资源利用效率。

## 8.4 积极调整产业结构

对于孟加拉国的产业结构调整来说，短期需要重点解决基础问题，包括优化传统产业、基础设施建设、初步环保措施。中期则亟需重点推动产业升级，发展新兴科技产业，优化区域产业布局，加快绿色能源普及。长期需要重点迈向高附加值经济，实现绿色可持续发展。

#### 8.4.1 短期政策 (1–3 年)

优化传统产业，提高竞争力。加大对纺织、制鞋等劳动密集型行业的投入，通过技术改造提高生产效率，增强产品附加值。中央政府应加强吸引外资企业在孟加拉国设厂，推动国际品牌投资，完善产业链，促进出口贸易增长。发展现代农业和食品加工业，提高农产品附加值，增强食品安全监管，提高农民收入。

加快基础设施建设。重点建设公路、铁路、港口和机场等交通设施，改善国内外物流环境，降低产业发展成本。地方政府应结合城市扩张需求，规划工业区及配套设施，为产业集聚创造条件。

推进环境友好型发展。考虑发展污水处理、垃圾分类与回收、空气污染治理等环保技术产业，提高城市环保水平。逐步淘汰高污染行业，如落后化工产业，鼓励企业向低碳、清洁生产方向转型。

#### 8.4.2 中期政策 (3–10 年)

拓展新兴产业，推动科技升级。发展电子消费品制造业，如智能手机、家电、计算机配件等，促进本地科技产业成长。在农村地区推广太阳能光伏发电、小型风电等清洁能源，逐步减少对传统化石能源的依赖，同时创造就业机会。

推动产业集聚与区域协调发展。地方政府结合自身优势，建立特色产业园区，如纺织工业园区、化工园区、电子产业园区，提高资源配置效率。依托沿海资源，在海港地区建立经济特区，发展绿色制造、航运物流、出口加工等行业。

深化绿色发展战略。加强节能环保产业发展，如垃圾焚烧发电、污水处理厂、资源循环利用中心等，提高可再生资源利用率。鼓励企业采用清洁能源，制定低碳排放政策，促进绿色经济增长。

#### 8.4.3 长期 (10 年以上)

迈向高附加值经济体系。逐步从劳动密集型产业向高附加值产业升级，重点

发展人工智能、生物医药、新材料等高科技行业。建立孟加拉国的自主品牌，提高本地企业在全产业链中的地位，减少对外资企业的依赖。进一步深化数字经济发展，推动金融科技、电子商务、智能制造等行业的壮大。

完善可持续发展模式。逐步形成全面的绿色能源体系，使太阳能、风能、生物质能等清洁能源成为主要能源来源。同时进一步加强城市规划，建设智慧城市，推动可持续城市化进程。此外，应通过严格的环境监管和技术创新，实现经济增长与生态保护的协调统一。

## 8.5 逐步优化能源结构

在孟加拉国优化能源结构中，短期内应重点保障能源稳定，推动光伏发电试点，制定初步政策支持。中期内加大可再生能源比例，试点碳市场，推动工业节能和新能源交通发展。而长期内建立智能电网，推广氢能技术，实现全面数字化和绿色能源转型。

### 8.5.1 短期（1—3年）

政府应稳定天然气供应，推动光伏示范项目，制定初步可再生能源政策。政府在确保天然气发电的稳定性的同时应优化能源管理，提高现有电力系统的运行效率，减少能源短缺风险。此外，加快光伏发电推广，充分利用孟加拉国的日照优势，在农村和偏远地区推广分布式光伏发电项目，提高电力可及性，减少对化石燃料的依赖。逐步推进风能示范工程，在沿海地区开展小规模海上风电示范项目，并通过政府与企业合作探索风能的可行性，为未来风能产业发展奠定基础。同时，政府应出台可再生能源激励政策，制定税收减免、低息贷款等激励措施，鼓励企业和个人投资可再生能源项目，提高社会各界参与度。

### 8.5.2 中期 (3–10 年)

提高可再生能源比例。政府应扩大太阳能和风能的投资力度，提高清洁能源在能源结构中的比重，并引导企业向可再生能源转型。

推进工业节能改造和新能源交通。政府应推动高能耗产业节能减排，推广高效锅炉、余热回收等节能技术，并鼓励企业采用可再生能源供电。此外，可通过购车补贴、建设充电基础设施、设立低排放区等措施，大力推广电动汽车、电动摩托车，减少交通领域对化石燃料的依赖。而在吉大港等主要港口，推广岸电技术、LNG 动力船舶，减少港口作业中的碳排放，提升航运业绿色发展水平。

### 8.5.3 长期 (10 年以上)

建设智能电网，提高能源系统灵活性和稳定性。考虑引入智能调度技术，建立智能电力调度系统，利用人工智能和大数据优化电力供应，提高供电稳定性。并结合储能技术（如电池储能、电网级储能系统），平衡电力供需，提高可再生能源的利用率。推广分布式能源管理，在工业园区、商业中心和居民社区建立“微电网”系统，允许局部发电和就地消纳，减少对大电网的依赖。

实施数字化能源管理，提高能源利用效率。孟加拉国应构建全国能源数据平台，建立智能能源管理系统，实时监测电力、工业、交通等领域的能耗情况，为政府决策提供数据支持。利用大数据分析技术，优化能源供应和需求匹配，提高能源系统整体效率。

推动国际合作。可与上海等城市建立合作伙伴关系，引进先进的智能电网、氢能、数字能源管理技术。也可加入区域能源合作机制，与邻国（如印度）探索跨境清洁能源输送，共享清洁能源资源。

**总结：面向可持续发展的  
多维路径**

**9**

## 总结： 面向可持续发展的多维路径

孟加拉国正处于快速城市化和经济转型的关键阶段，但与此相伴的是严峻的环境挑战，如水污染、大气污染和固体废弃物管理等问题。要实现环境的可持续发展，孟加拉国必须采取综合性的政策和措施，在全球环境保护潮流中找到符合自身国情的发展路径。

(1) 政策框架与制度保障的强化。孟加拉国需完善环保法律法规体系，通过顶层设计推动全面而系统的环境治理。虽然孟加拉国已有相关的环境法规，但在执行和覆盖范围上仍有较大差距。因此，必须加大对环境政策的执行力度，落实到各级政府和地方行政部门。参考上海的经验，孟加拉国可以根据国情，制定阶段性目标，并为地方政府提供更多的执行自主权，同时加强地方政府在水质、大气和废弃物治理中的责任，建立更为灵活且高效的执行机制。

(2) 经济与产业结构的绿色转型。孟加拉国的经济发展仍处于工业化初期，特别是纺织、食品加工等劳动密集型产业占据主导地位。然而，这些行业在提供大量就业机会的同时，也在环境污染、资源浪费等方面表现突出。要实现环境的可持续发展，孟加拉国需要从根本上推动经济和产业结构的绿色转型。孟加拉国应通过政府激励措施，推动绿色低碳产业的发展，特别是在水污染较为严重的化工和纺织行业，严格执行清洁生产标准，并通过财政补贴鼓励企业投资环保设施。与此同时，还要大力发展环保型农业技术，推广节水、低毒农药和生态农业等，以减少农业面源污染。

(3) 基础设施建设与技术革新。孟加拉国的基础设施建设相对滞后，特别是在污水处理、垃圾分类回收、污染监测等方面。这是孟加拉国当前面临的一个严峻问题，必须加快相关基础设施的建设步伐。在大城市，尤其是达卡、吉大港等地，要加大污水处理厂和垃圾回收设施的投资，同时逐步提升垃圾分类和资源回收能力。在农村地区，孟加拉国可以根据自身经济水平和地理环境特点，推广低成本、易操作的分散式污水处理技术和垃圾回收方式，既能解决生活污水排放问题，又能提高资源利用效率。孟加拉国还需要注重环境治理技术的自主创新，加强环保技术研究和本地化改造，以便为长远的可持续发展奠定技术基础。

(4) 绿色交通与能源改革。随着交通需求的增加，孟加拉国的交通污染问题日益严重。传统燃油车辆尤其是重型柴油车，是大气污染的重要来源。因此，孟加拉国亟需推进交通领域的绿色转型。推动电动汽车和电动自行车的普及，并制定相应的政策来推动这一转型，如提供补贴、设立绿色交通基金等。为了进一步减轻交通对环境的负担，孟加拉国应当推动公共交通体系的发展，减少私家车的依赖。通过扩建和优化地铁、公交等公共交通网络，特别是在人口密集的城市地区，减轻交通拥堵和空气污染。能源方面，孟加拉国可以逐步推动天然气和可再生能源的开发。比如，太阳能、风能等可再生能源在孟加拉国具有较大潜力，应加大技术研发和政策支持力度，尤其是在乡村地区，可以通过分布式能源的方式推广可再生能源的应用，既提高能源的自给率，又减少对传统化石能源的依赖。

(5) 公众参与与环保教育的深入开展。孟加拉国的环保意识相对较弱，尤其在乡村和低收入群体中，环境保护的观念还不够普及。为了调动全社会的环保热情，孟加拉国需要加大环保教育和公众参与的力度。通过学校教育、社区培训等形式，普及环保知识，增强居民对环境保护的责任感。政府可以通过媒体宣传、社交平台等渠道广泛开展环保意识宣传，尤其是针对垃圾分类、水资源节约等方面，形成全民共同参与的良好氛围。同时，政府应通过奖励机制、绿色消费激励等方式，鼓励居民和企业积极参与环保活动，提升环保行动的普及率和有效性。

(6) 国际合作与技术引进。孟加拉国的环保技术水平相对较低,且资金不足,环保设施的建设面临较大压力。因此,加强国际合作,吸引外资与先进技术至关重要。孟加拉国可以通过与国际环保组织、发达国家的技术合作,引进先进的污染治理技术、设备和管理经验,特别是在水污染治理、大气污染防治和固废处理等方面。

孟加拉国要实现环境可持续发展,需要在政策制定、产业转型、技术创新、基础设施建设等多方面采取协调一致的措施。通过加强环境法律法规建设,推动产业绿色转型,提升基础设施建设能力,推动绿色交通和能源改革,增强公众环保意识,以及加强国际合作,孟加拉国有望在环境治理和可持续发展方面取得显著成效。同时,环境治理应更加注重现实可行性,制定切实适合孟加拉国国情的策略,循序渐进地推进环境保护措施。通过系统的综合施策,孟加拉国不仅能够改善环境质量,还能够为未来的绿色、可持续经济增长铺平道路,为民众创造更加健康、宜居的生活环境。

## 参考文献

Ahmed S., Hossain, I., 2008. Applicability of Air Pollution Modeling in a Cluster of Brickfields in Bangladesh. Chem. Eng. Res. Bull., 12, 28-34.

Alam O., Qiao X.C., 2020. An In-depth Review on Municipal Solid Waste Management, Treatment and Disposal in Bangladesh. Sustainable Cities and Society, 52, 101775.

Ali M.M., Ali M.L., Islam M.S., Rahman M.Z., 2016. Preliminary Assessment of Heavy Metals in Water and Sediment of Karnaphuli River, Bangladesh. Environ Nanotechnol, Monit Manag., 5, 27-35.

Ananno A.A., Masud M.H., Chowdhury S.A., 2021. Sustainable Food Waste Management Model for Bangladesh. Sustainable Prod. Consumption., 27, 35-51.

BBS, 2022. Preliminary Report on Population and Housing Census. Bangladesh Bureau of Statistics. <https://sid.gov.bd/site/notices/94d837f6-823d-4cf4-bcc2d2d11a9d13b3/%E0%A6%9C%E0%A6%A8%E0%A6%B6%E0%A7%81%E0%A6%AE%E0%A6%BE%E0%A6%B0%E0%A6%BF-%E0%A6%93-%E0%A6%97%E0%A7%83%E0%A6%B9%E0%A6%97%E0%A6%A3%E0%A6%A8%E0%A6%BE-%E0%A7%A8%E0%A7%A6%E0%A7%A8%E0%A7%A8>.

BBS, 2023. Statistical Yearbook Bangladesh. Bangladesh Bureau of Statistics. <https://bbs.gov.bd/-publications-statistical-yearbook>.

Begum B.A., Biswas S.K., Kim E., Hopke P.K., Khaliqzaman M., 2005. Investigation

of Sources of Atmospheric Aerosol at a Hot Spot Area in Dhaka, Bangladesh. *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 55, 227-240.

Begum B.A., Hopke P.K., Markwitz A., 2013. Air Pollution by Fine Particulate Matter in Bangladesh. *Atmos. Pollut. Res.*, 4, 75-86.

BIDA, 2021. Plastics Industry. Bangladesh Investment Development Authority. Retrieved August 4, 2022, from <https://bida.gov.bd/storage/app/uploads/public/616/6c2/e5d/6166c2e5d02d6789146170.pdf>

Bilal H., Li X., Iqbal M.S., 2023. Surface Water Quality, Public Health, and Ecological Risks in Bangladesh—A Systematic Review and Meta-Analysis over the Last Two Decades. *Environ Sci Pollut Res.*, 30, 91710-91728.

Chowdhury G. W., Koldewey H. J., Duncan E., Napper I. E., Niloy M. N., Nelms S. E., Nishat B., 2020. Plastic Pollution in Aquatic Systems in Bangladesh: A Review of Current Knowledge. *Science of the Total Environment*, 761, 143285.

ESDO, 2012. Guidelines for E-waste Management in Bangladesh. Environment and Social Development Organization. Dhaka, Bangladesh.

Flanagan S., Johnston R., Zheng Y., 2012. Arsenic in Tube Well Water in Bangladesh: Health and Economic Impacts and Implications for Arsenic Mitigation. *Bull. World Health Organ.*, 90, 839-846.

Franco A., Diaz A.R., 2009. The Future Challenges for “Clean Coal Technologies”: Joining Efficiency Increase and Pollutant Emission Control, *Energy*, 34(3), 348–354.

Gulagi A., Ram. M., Solomon A.A., Khan M., Breyer C., 2020. Current Energy Policies and Possible Transition Scenarios Adopting Renewable Energy: A Case Study for Bangladesh, *Renew. Energy*, 155, 899-920.

Gulfam-E-Jannat S., Golui D., Islam S., 2023. Industrial Water Demand and Wastewater Generation: Challenges for Bangladesh’s Water Industry. *ACS EST Water*, 3, 1515-1526.

Hasan K., 2014. Impacts of Textile Dyeing Industries Effluents on Surface Water Quality: A Study on Araihasar Thana in Narayanganj District of Bangladesh. *J. Environ. Hum.*, 8-22.

He Z.L., Yang X.E., Stoffella P.J., 2005. Trace Elements in Agroecosystems and Impacts on the Environment. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 19, 125-140.

Hoque A., Clarke A., 2013. Greening of Industries in Bangladesh: Pollution Prevention Practices. *J. Cleaner Prod.*, 51, 47-56.

Islam G.M., Khan F.E., Hoque M., Jolly Y.N., 2014. Consumption of Unsafe Food in the Adjacent Area of Hazaribag Tannery Campus and Buriganga River Embankments of Bangladesh: Heavy Metal Contamination. *Environ Monit Assess* 186(11), 7233-7244.

Islam M.M., Karim Md. R., Zheng X., Li X., 2018. Heavy Metal and Metalloid Pollution of Soil, Water and Foods in Bangladesh: A Critical Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2825.

Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Law K. L., 2015. Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.

Jerin D.T., Sara H.H., Radia M.A., Hema P.S., Hasan S., Urme S.A., Audia C., Hasan M.T., Quayyum Z., 2022. An Overview of Progress Towards Implementation of Solid Waste Management Policies in Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*, 8, e08918.

John E.P., Mishra U., 2023. A Sustainable Three-layer Circular Economic Model with Controllable Waste, Emission, and Wastewater from the Textile and Fashion Industry. *J. Cleaner Prod.*, 388. 135642.

Katekar V.P., Deshmukh S.S., Elsheikh A.H., 2020. Assessment and Way Forward for Bangladesh on SDG-7: Affordable and Clean Energy, *Int. Energy J.* 20 (3A).

Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F., 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *Urban Development; The World Bank:*

Washington, DC, USA. 292p.

Meem R.A., 2021. A Review on the Environmental and Health Impacts Due to Electronic Waste Disposal in Bangladesh. *GSC Advanced Research and Reviews*, 8(2), 116-125.

Miah M.B., Haque M.S., Khaleque M.A., M.Santos, R., 2023. Sludge Management in the Textile Industries of Bangladesh: An Industrial Survey of the Impact of the 2015 Standards and Guidelines. *Water*, 15, 1901.

Mirzoev T., Kane S., Azdi Z.A., Ebenso B., Chowdhury A.A., Huque R., 2021. How Do Patient Feedback Systems Work in Low-Income and Middle-Income Countries? Insights from a Realist Evaluation in Bangladesh, *BMJ global health* 6 (2), e004357.

Murshed M., Ahmed Z., Alam M.S., Mahmood H., Rehman A., Dagar V., 2021. Reinvigorating the Role of Clean Energy Transition for Achieving a Low-Carbon Economy: Evidence from Bangladesh, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 1-22.

Polissar A.V., Hopke P.K., Paatero P., Malm W.C., Sisler J.F., 1998. Atmospheric Aerosol over Alaska: 2. Elemental Composition and Sources. *J. Geophys. Res. Atmospheres*, 103, 19045-19057.

Rana M., Khan M.H., 2020. Trend Characteristics of Atmospheric Particulate Matters in Major Urban Areas of Bangladesh. *Asian J. Atmospheric Environ.*, 14, 47-61.

Roy P.K., 2011. Bangladesh Power Sector Overview and Regional Integration, Supporting the Development of Cross Border Transmission Interconnection Networks, in: USAID/South Asia Regional Initiative for Energy (SARI/Energy), 15–16 November 2011, (Kathmandu, Nepal).

Roy H., Alam S.R., Bin-Masud R., 2022. A Review on Characteristics, Techniques, and Waste-to-Energy Aspects of Municipal Solid Waste Management: Bangladesh Perspective. *Sustainability*, 14, 10265.

Ruhullah M.A., 2011. Power Sector Development of Bangladesh, SEA/USAID, Global Workshop on Low Carbon Power Sector Development, 10-17 December 2011, (Washington DC, USA).

Saha N., Rahman M.S., 2020. Groundwater Hydrogeochemistry and Probabilistic Health Risk Assessment Through Exposure to Arsenic-Contaminated Groundwater of Meghna Floodplain, Central-East Bangladesh. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 206, 111349.

Shams S., Sahu J.N., Shamimur S.M., 2017. Sustainable Waste Management Policy in Bangladesh for Reduction of Greenhouse Gas. *Sustainable Cities Soc.*, 33, 18-26.

Smith A.H., Lingas E.O., Rahman M., 2000. Contamination of Drinking Water by Arsenic in Bangladesh: A Public Health Emergency. *Bull World Health Organ* 78(9), 1093-1103

Sträter E., Westbeld A., Klemm O., 2010. Pollution in Coastal Fog at Alto Patache, Northern Chile. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 17, 1563-1573.

Uddin S.M.K., Afroz M., Saifullah I., Rashid M.H., 2011. Effect of Tyre Dust on the Strength of Concrete. *Proc. 2nd Int. Conf. WasteSafe*, 13-15 Feb 2011, Khulna, Bangladesh.

WB, 2021. Towards a Multisectorial Action Plan for Sustainable Plastic Management in Bangladesh. World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/42712a1018d536bb86c35018b9600c53-0310062021/original/National-Action-Plan-for-plasticmanagement-Dec.pdf>

Yasin N.H.M., Mumtaz M., Hssain M.A., Rahman N.A.A., 2013. Food Waste and Food Processing Waste for Biohydrogen Production: A Review. *J. Environ. Manage.*, 130, 375-385.



## 关于上海国际问题研究院

上海国际问题研究院成立于 1960 年，是隶属于上海市人民政府的高级研究机构 and 知名智库。我院的主要任务是：以服务党和政府决策为宗旨，以政策咨询为方向，通过对当代国际政治、经济、外交、安全的全方位研究，为党和政府决策提供有力的智力支持；通过与国内外研究机构和专家学者的合作交流，增强我国的国际影响力和国际话语权，提升国家的软实力。多年来，我院一直被国内外权威机构评为中国最重要的国际问题和中国外交智库之一。

上海国际问题研究院下设六个研究所和八个研究中心，分别是：全球治理研究所、外交政策研究所、世界经济研究所、国际战略与安全研究所、比较政治和公共政策研究所、台港澳研究所；美洲研究中心、东北亚研究中心、东南亚研究中心、南亚研究中心、俄罗斯中亚研究中心、西亚非洲研究中心、欧洲研究中心、海洋与极地研究中心，为进一步加强对外影响力，我院专门成立了国际传播中心。此外，我院还是上海国际战略研究会和上海国际关系学会的机构会员。

上海国际问题研究院编辑出版的中文刊物《国际展望》双月刊，《上研院报告》（中英双版）和英文刊物《China Quarterly of International Strategic Studies》季刊已经成为国际问题研究领域的重要学术论坛。

## 关于中国研究中心（孟加拉国）

中国研究中心（孟加拉国）是为贯彻习近平主席与孟加拉国前总理哈西娜2023年8月南非约翰内斯堡会晤精神，在外交部指导和上海市委市政府大力支持下，由上海国际问题研究院牵头中国著名研究机构和大学，包括当代中国与世界研究院、同济大学、华东师范大学、云南大学等，与孟加拉国达卡大学及孟方共建单位沙贾拉尔科技大学和阿卡利科技大学，合作建设的一个研究机构。中国研究中心（孟加拉国）于2024年3月24日正式启动。2024年7月，中心被写入两国政府联合声明。

中国研究中心设在孟加拉国达卡大学，独立于达卡大学其他院系与研究中心，专注于涉及中国的各方面、跨学科、综合性研究工作。中心将通过举办重要会议、孟方研究人员和各界青年领袖来华访学、发布联合研究成果、在地区重要媒体和报纸发表文章等形式在双边学术交流中发挥引领作用。中心旨在向孟加拉国和南亚地区推广中国式现代化理念，培养该地区知华友华新生力量。

中国研究中心学术委员会作为中心最高决策机构，负责制定中心年度计划、预算、研究项目和课题设置等重大事项。中孟双方就中心建设长期目标达成高度一致，要把中国研究中心打造为一个高水平、高标准和开放性的人文交流平台，不仅应成为孟加拉国涉中国研究的核心机构，而且应成为南亚、东南亚的涉中国研究核心基地，成为具有全球影响力的领先研究机构。

主 编

陈东晓 上海国际问题研究院院长、中国研究中心（孟加拉国）学术委员会主席

执行主编

刘宗义 上海国际问题研究院南亚研究中心主任、中国研究中心（孟加拉国）中方主任

编 辑

谈晨逸 上海国际问题研究院南亚研究中心助理研究员

---

© 本报告版权归 中国研究中心（孟加拉国） 所有

联系方式：

地 址：孟加拉国达卡大学文科楼 3 楼中国研究中心（孟加拉国）

邮政编码：达卡 1000

联系电话：+88 09666 911 463 (Ext 6084)

<https://du.ac.bd/profile/378>

<https://www.siis.org.cn/mjlg/index.jhtml>







©本报告版权归 中国研究中心（孟加拉国）所有

联系方式:

地 址:孟加拉国达卡大学文科楼3楼中国研究中心（孟加拉国）

邮政编码:达卡 1000

联系电话:+88 09666 911463(Ext 6084)

<https://du.ac.bd/profile/378>

<https://www.siiis.org.cn/mjlg/index.jhtm>