

国内外甲烷排放控制行动与趋势

——2021 中国甲烷论坛背景报告

目录

1. 引言	1
2. 全球甲烷排放现状	2
3. 中国甲烷管控发展	3
a. 煤炭行业.....	3
b. 石油天然气行业.....	4
c. 农业.....	5
d. 废弃物处理.....	6
4. 甲烷排放监测方法	7
a. “自上而下”与“自下而上”的监测方法	7
b. 监测方法的探索与实践.....	8
5. 气候投融资推动甲烷减排	10
a. 绿色信贷.....	10
b. 绿色债券	11
c. 绿色基金.....	11
d. 碳市场	11
6. 国际甲烷减排行动	12
a. 欧盟甲烷战略.....	12
b. 北美出台甲烷控排相关法规.....	13
c. 国际甲烷减排组织	13
7. 结论与建议	14
a. 在 NDC 中设立甲烷减排目标已成为潮流.....	14
b. 中国甲烷控制与利用加速前进.....	14
c. 政策引导下的甲烷监测和减排技术应用与创新提速	14
d. 甲烷控制的国际交流与合作诉求日益加强.....	15

1.引言

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上指出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和（以下简称“30·60”目标）。2021年3月13日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》发布，甲烷管控首次被纳入五年规划目标，为中国实现“30·60”目标提供了有力支持和保证。2021年3月23日，在第五届气候行动部长级会议上，生态环境部部长黄润秋表示，中方将采取更加有力的政策和措施，加大对甲烷等其他温室气体的控制力度，彰显了中国应对气候变化的决心。2021年3月27日，生态环境部应对气候变化司司长李高在2021中国甲烷论坛投融资专题研讨会暨2021中国甲烷论坛闭幕会上明确提出，包括甲烷在内的非二氧化碳温室气体是实现2060碳中和目标的重要工作，要紧紧密结合甲烷减排及气候投融资工作，建立国家自主贡献项目库和开展气候投融资地方试点等重点工作。

政府间气候变化专门委员会（IPCC）明确指出，甲烷等非二氧化碳温室气体的深度减排，是全球实现《巴黎协定》目标，于本世纪末将全球升温控制在1.5°C以下的必要条件¹。甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体，是一种“短期气候污染物”，其在大气中的存续时间相对较短，约为12年。尽管甲烷在大气中的存续时间较短，排放量也比二氧化碳少，但其全球增温潜势（GWP，即甲烷气体捕捉大气中热量的能力）在100年的时间框架内是二氧化碳的28倍，20年的时间框架内，这一数值则上升为84倍²；甲烷对当前人类感知的全球变暖的贡献率为25%。甲烷也是对流层臭氧的前体物，会引发严重的健康问题。

煤炭、天然气和石油的生产和运输过程中会泄漏甲烷，农业牲畜养殖及水稻种植活动也会排放甲烷。此外，固体废弃物填埋场、污水处理系统中的有机物分解也会产生甲烷。如能从上述排放来源中捕捉甲烷，则是减缓气候变化，同时增加可用能源、促进经济增长、改善空气质量和促进能源公平转型的绝好机会。

本背景报告反映了目前全球甲烷排放及管控现状以及2019-2020年中国甲烷管控的进展情况。

¹IPCC Special Report: Global Warming of 1.5°

²IPCC AR5

2. 全球甲烷排放现状

到 2019 年底，全球大气中甲烷浓度已达到约 1875ppb，是工业化前水平的 2.5 倍；2000-2017 年大气中甲烷水平急剧上升，其中化石燃料、农业和废弃物的甲烷排放量增加是导致大气甲烷浓度快速上升的主要原因³。

据估计，2020 年全球人为甲烷排放量为 37,560 万吨⁴。根据 IPCC 国家温室气体清单指南，甲烷的排放源主要来自能源活动（燃料燃烧、甲烷逃逸），工业生产过程，农业活动（动物肠道发酵、水稻种植等），土地利用（湿地）以及废弃物处理（固体废弃物及废水处理）五个部分。

根据中国提交联合国气候变化框架公约（UNFCCC）的最新官方报告数据显示，2014 年，中国甲烷排放量为 5529 万吨，占全国温室气体排放的 10.4%。其中，能源活动甲烷排放为 2475.7 万吨（占 44.8%），农业活动排放 2224.5 万吨（占 40.2%），废弃物处理排放 656.4 万吨（占 11.9%），是五大清单领域占比最高的三个领域，约占中国甲烷排放总量的 97%。

根据美国联邦环保局的温室气体清单数据，2018 年，美国甲烷排放量为 2600 万吨，占美国温室气体排放的 9.5%；其中能源活动甲烷排放占 39.08%，农业活动甲烷排放占 38.93%，废弃物处理排放占 19.58%⁴。

根据欧盟委员会温室气体清单数据，2018 年，欧盟 27 国甲烷排放量为 1578 万吨⁵，占欧盟温室气体排放的 10.1%。其中 53%来自农业活动的甲烷排放，19%来自能源活动的甲烷泄漏，26%来自废弃物处理排放⁶。

³Jackson et al. Environmental Research Letters 2020

⁴US EPA

⁵<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

⁶ EU methane strategy

3. 中国甲烷管控发展

作为最重要的非二氧化碳温室气体，中国的甲烷减排工作日益受到重视。2019年6月，全国低碳日活动中首次召开了甲烷减排与监测专题研讨会。生态环境部应对气候变化司副司长蒋兆理在会上表示，有效控制甲烷排放对协同控制空气污染和应对气候变化具有重要的作用，以甲烷为主的非二氧化碳控制将作为生态环境部应对气候变化司的工作重点，未来的两到三年是推动甲烷减排工作的关键年份。2019年12月，在第二十五届联合国气候大会上，中国政府在中国角举办“非二氧化碳温室气体排放控制国际经验与中国实践”边会。中国代表团团长、生态环境部副部长赵英民表示，非二氧化碳温室气体具有减排成本低、响应速度快、协同效益明显的特点，减少甲烷排放是控制气候变化的有效手段。这是中国气候变化负责人首次在国际场合阐述控制包括甲烷在内的非二氧化碳温室气体的重要意义。2020年1月，“2020中国甲烷论坛”在北京召开，生态环境部应对气候变化司司长李高在会上表示，中国非常重视甲烷的减排和利用工作。李高指出，“十四五”是我国控制温室气体排放的关键期，中国将进一步加强包括甲烷在内的非二氧化碳温室气体排放控制，更好地利用市场机制进一步推动甲烷的减排工作。

目前，我国甲烷排放主要集中在煤炭行业，石油和天然气行业，农业以及废弃物处理四个行业，减排潜力巨大。

a. 煤炭行业

中国是世界上最大的产煤国家，煤炭行业是中国能源领域甲烷排放的主要来源之一，其中煤炭开采是最大的甲烷逃逸排放源。煤炭行业的甲烷减排对推动中国甲烷减排工作意义重大。

煤炭行业对甲烷的管控始于瓦斯防治。瓦斯的主要成分为甲烷，如果空气中的瓦斯浓度达到5%-16%，有明火时即发生爆炸。因此瓦斯防治工作是煤矿安全生产工作的重中之重。为有效遏制煤矿重特大瓦斯事故，2005年国务院成立煤矿瓦斯防治部际协调领导小组，围绕瓦斯防治工作，出台了一系列的部门规章、规范性文件和技术标准，包括《煤矿瓦斯抽采达标暂行规定》、《煤矿瓦斯等级鉴定办法》、《防治煤与瓦斯突出规定》、《防治煤与瓦斯突出细则》、《煤矿瓦斯抽采规范》等等。这些文件为煤炭企业开展瓦斯治理工作、建立瓦斯监测和计量体系提供了具体指导，但未对瓦斯排放进行管理。2008年，原国家质量监督检验检疫总局同原环境保护部颁布了《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准》，规定甲烷体积浓度大于等于30%的煤层气（煤矿瓦斯）不得直排，为煤炭行业的甲烷排放管控奠定了基础。2020年11月，生态环境部、国家发展和改革委员会、国家能源局联合发布了《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的通知》，

首次提出对温室气体排放的管控。通知提出，“提高煤矿瓦斯利用率，控制温室气体排放。……甲烷体积浓度大于等于 8%的抽采瓦斯，在确保安全的前提下，应进行综合利用。鼓励对甲烷体积浓度在 2%（含）至 8%的抽采瓦斯以及乏风瓦斯，探索开展综合利用。”

技术的进步使得大幅度减少瓦斯排放成为可能。目前，瓦斯的回收利用方式有瓦斯发电、氧化供热、火炬燃除等方式。特别要指出的是，随着煤炭行业化解过剩产能，越来越多的关闭煤矿以及由此产生的废弃矿井瓦斯排放将成为一个重要的现实问题。已经关闭和即将关闭的煤矿的甲烷排放总量将是巨大的，而且会越来越大。对全球煤矿瓦斯排放的预测表明，2010 年，废弃煤矿瓦斯占煤矿瓦斯排放总量的 17%；到 2050 年，这一比例可能会增加到 24%⁷。而目前，国家尚无对废弃矿井瓦斯排放的相关管控。

b. 石油天然气行业

石油天然气行业是甲烷排放的重要行业之一。由于资源禀赋的限制，石油天然气系统的甲烷逃逸并不是关键排放源，2014 年石油天然气系统的甲烷逃逸为 112.7 万吨，占当年甲烷排放总量的 2%。但是考虑到中国未来能源结构的调整以及 2030 年碳达峰的政治承诺，石油天然气的产量和消费量在未来 10 年仍将保持迅速增长。

油气行业目前对甲烷排放的控制主要出于与其他污染物的协同控制或企业自主行动，对于油气开采、储运等重点排放部门的放散放空管点源排放及无组织泄漏排放源的关注度仍比较小。2012 年，国家发改委印发了《天然气发展“十二五”规划》，提出要大力推广油田伴生气和气田试采回收技术、天然气开采节能技术等，从政策层面引导油气开采行业加强开采活动的甲烷放空回收利用；2013 年，国家发改委修订了《产业结构目录（2011 年本）》，将“放空天然气回收利用与装置制造”及“石油储运设施会发油气回收技术开发与应用”等列为石油天然气产业鼓励类，促进甲烷回收利用能力，为油气生产减少甲烷放空奠定基础。2015 年，中国向联合国提交的《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》中明确提出加强放空天然气和油田伴生气回收利用。“十二五”期间，原国家发改委应对气候变化司（现生态环境部应对气候变化司）组织研究机构研究起草了《中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，对常规石油天然气开采企业的甲烷排放核算与报告方法进行了规范，中国国内达到规定门槛的油气企业按主管部门要求报告了 2013-2017 年度温室气体排放情况。2016 年，国家发改委印发的《天然气发展“十三五”规划》提到，要加强温室气体泄漏检测，减少温室气体逃逸排放。2019 年，生态环

⁷ Best Practice Guidance for Effective Methane Recovery and Use from Abandoned Coal Mines, UNECE(2019)

境部办公厅发布《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》，其中提到了“加强甲烷及挥发性有机物的泄漏检测”。这是国家首次将甲烷纳入油气行业环境管理评价中，对进一步强化和规范石油天然气行业环评管理、加快推动油气开发项目落地、促进行业绿色发展具有重要意义。

中国境内主要的油气生产商和供应商，在国家相关政策的引导及国际油气领域应对气候变化相关倡议下，开展了甲烷控排行动。中国石油天然气集团（以下简称中石油）参与制定了《OGCI—2040 年低排放路线图》，开展对公司所辖石油及天然气产业链的甲烷排放情况的统计盘查工作；2020 年 6 月，中石油制定《甲烷排放管控行动方案》，在 2019 年将甲烷排放强度比 2017 年的基准水平（0.32%）降低了 12.3%⁸，在此基础上，中石油预计将进一步削减 50% 排放强度，努力达到世界一流的甲烷排放管理水平⁹。中国石油化工集团（以下简称中石化）于 2018 年 4 月启动了“绿色企业行动计划”，在甲烷回收与减排方面要求油气企业加强油田伴生气、试油试气、原油集输系统的甲烷回收利用；2020 年 11 月，中石化与国家发展改革委能源研究所、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、清华大学低碳能源实验室三家单位分别签订战略合作意向书，启动碳达峰和碳中和战略路径研究。

c. 农业

农业的甲烷排放是全球人为甲烷排放最主要的来源之一，中国农业相关的排放主要来自水稻种植，2016 年占农业甲烷排放的 55%。荷兰环境评估署的数据显示，日本的情况与中国相似，水稻种植也是日本农业的主要甲烷排放源，占 62%。而美国作为全球最大牛肉产地，大部分农业甲烷排放来自牲畜养殖¹⁰，牲畜养殖的甲烷排放包括各类家畜肠道发酵以及各类畜禽粪便管理。

稻田甲烷排放量，是产甲烷菌在厌氧环境下的稻田中，利用田间植株根际部的有机物质转化成甲烷的量，除去水稻根际部甲烷氧化菌对甲烷氧化后的剩余量。稻田甲烷排放主要受土壤性质、灌溉和水分状况、施肥、水稻生长和气候等因素的影响。减少水稻田甲烷排放的方法主要有施肥、灌水管理和选择适宜的水稻品种。

减少牲畜甲烷排放主要通过调整牲畜日粮搭配，譬如通过推广秸秆青贮、氨化等方法，提高秸秆的适口性和消化率，从而提高饲料利用率，同时通过调整饲料营养水平精粗比、添加营养剂

⁸<https://finance.zqcn.com.cn/html/energy/20200702/115673.html>

⁹<https://finance.huangqi.com/article/3ytqbscqiCg>

¹⁰<https://chinapower.csis.org/china-greenhouse-gas-emissions/?lang=zh-hans>

等方式减少动物肠道发酵的甲烷排放；通过畜禽粪便和污水的厌氧消化、制取并回收沼气（即甲烷），回收的沼气可作燃料使用，替代化石燃料等常规能源，用于炊事、采暖、照明，也可用作发电和动力燃料。据调查，一个 8m³ 的户用沼气池，可处理 4~6 头猪的粪便，全国平均年产沼气 385m³，按照灯亮有效热计算，可替代煤炭 847kg，最大可减排温室气体 2.0~4.1t 二氧化碳当量¹¹。

2012 年 1 月，国务院印发《“十二五”控制温室气体排放工作方案》，通过改良作物品种、改进种植技术，努力控制农业领域温室气体排放；加强畜牧业和城市废弃物处理和综合利用，控制甲烷等温室气体排放增长。2017 年 2 月，国家发改委与农业部联合印发《全国农村沼气发展“十三五”规划》，解决大规模畜禽养殖场粪污处理和资源化利用问题。

d. 废弃物处理

废弃物处理相关的甲烷排放分为废水处理甲烷排放以及固体废弃物处理甲烷排放。

废水处理过程中，在厌氧环境下，废水中有机物经厌氧分解产生大量的甲烷。甲烷的产生量取决于废水中可降解有机物量、温度处理系统的类型和技术。生活污水处理的甲烷回收利用措施包括具有甲烷回收和燃烧处理功能的厌氧系统，用来替代污水或污泥氧化处理系统，现有的污水处理厂也采用污泥厌氧处理系统对甲烷进行回收和利用。《城市污水处理厂工程项目建设标准（2001 修订版）》中明确规定，处理规模超过 10 万吨/天的污水处理厂污泥处理宜采用中温厌氧消化工艺等。国家环保部于 2010 年发布的《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行性技术指南》中建议的具有甲烷回收和燃烧处理功能的厌氧技术系统可减少 7% 的甲烷排放。工业废水有机物浓度较高，通常需要进行厌氧生物处理。对于此项工艺，实施温室气体减排时，可以采用一个带有甲烷收集器的厌氧反应消化器处理后再排放到厌氧塘。回收的甲烷可以为工厂发电或产生热能，还可以集中燃烧后排放。通过清洁发展机制（CDM）项目，2010 年，我国回收利用的甲烷是工业废水处理甲烷排放量的 5.4%，预计 2020 年工业废水排放量达 233.93 万 t，减排潜力为 25.99 万 t¹²。

垃圾填埋气（LGF）由城市固体垃圾填埋场内有机物的分解产生。此类气体约含 50% 甲烷、50% 二氧化碳以及少量的非甲烷有机化合物。有效利用垃圾填埋气可预防甲烷排放到大气中。垃圾填埋气的燃烧值约为天然气的一半，可用于替代传统的化石燃料。垃圾填埋气采用一系列的井和鼓风机、焚烧炉系统进行抽采。抽采后，气体可通过燃烧用于发电，或提纯后直接使用，或经处理

¹¹董红敏等，中国农业源温室气体排放与减排技术对策. 农业工程学报. 2008.10 Vol.24 No.10

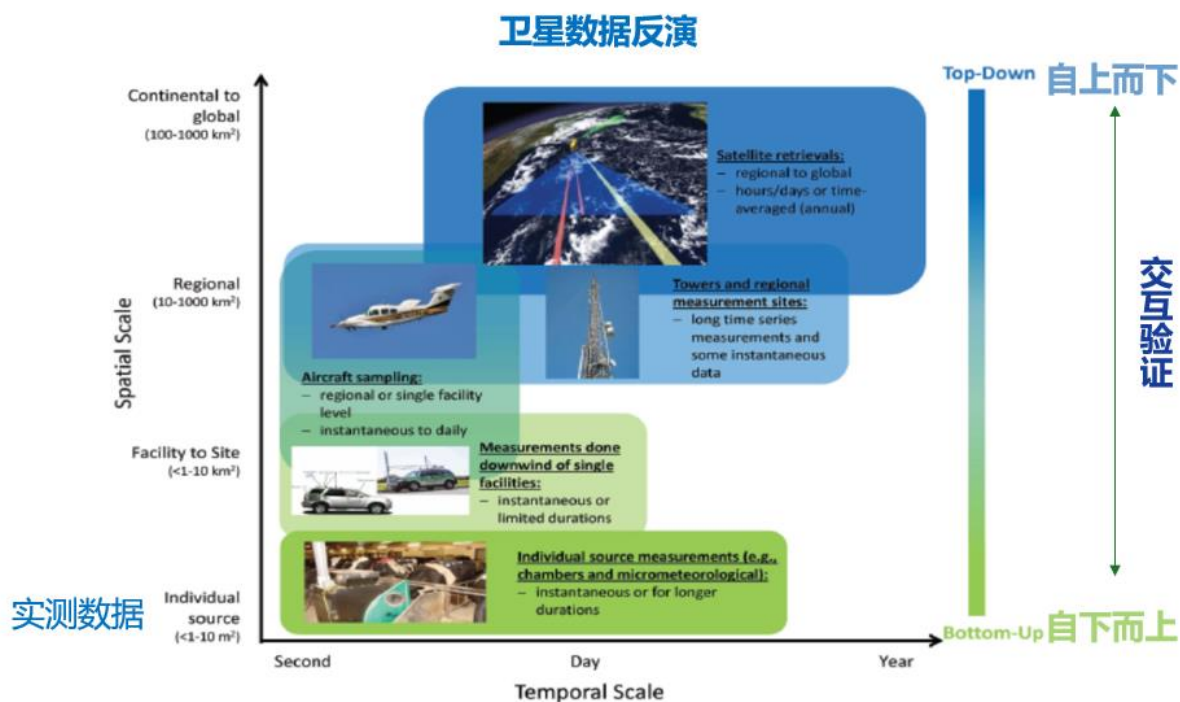
¹²马占云等，中国废水处理甲烷排放特征和减排潜力分析. 气候变化研究进展. 2015.9 Vol.11 No.5

后成为替代汽车燃料的管道天然气来源¹³。有研究指出，中国垃圾填埋场在实施低碳措施情景下，可减排 54% 的甲烷，同时可使近 1000 万人免受填埋场恶臭影响，温室气体减排与环境健康协同效益显著¹⁴。

4. 甲烷排放监测方法

甲烷的测量和监测对于制定全面的排放清单，增进各部门对排放过程的了解，制定基于过程的排放模型以及区域和城市规模的减排战略至关重要。此外，大气甲烷浓度的观测对于预测区域排放趋势也非常重要。

a. “自上而下”与“自下而上”的监测方法



从单个源甲烷排放的瞬时测量到每年甲烷排放的全球评估，甲烷的监测和排放估算是按照一定时间和空间尺度进行的（如上图所示）。在较大的空间尺度（如全球、大陆或区域），可以通过模型转换大气甲烷浓度，以此估计来自大空间区域的甲烷排放，这种方法被称为“自上而下”的评估方法。“自上而下”法则主要通过地面、飞机、塔台或卫星观测收集到的甲烷浓度数据与大气传输模型相结合，来估计区域排放量。这些技术发展迅速，可以有效地量化整体排放，并可以

¹³https://www.globalmethane.org/documents/landfill_fs_chi.pdf

¹⁴http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqhbh/2011xqhbhyhy/201811/t20181105_482476.html

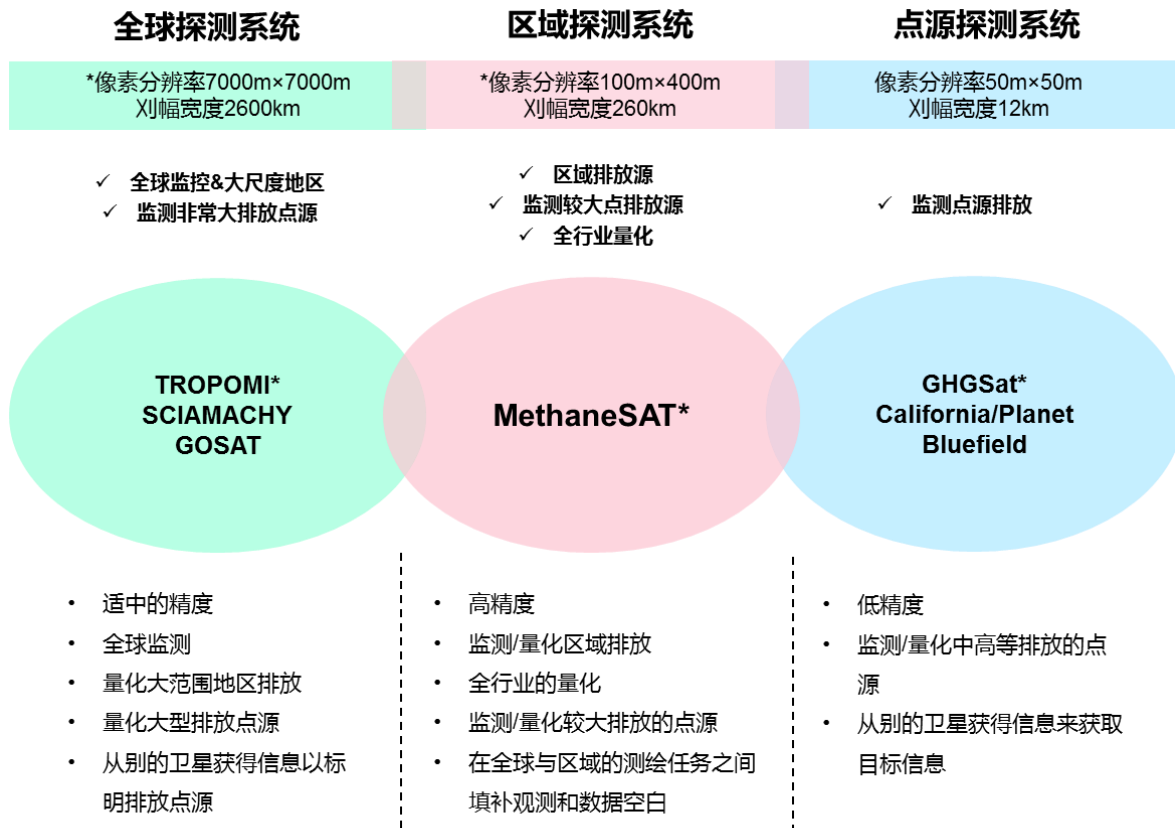
区分热成因与生物成因形成的甲烷（牲畜、垃圾填埋、湿地等等）。利用车载监测器、飞机、卫星、无人机和高塔网络等手段，可以更方便地获得大空间尺度、全排放源的总量数据，并为微观数据的校准提供便利。在较小的空间尺度上，会开展对单一流程、排放点源、场站级部件等排放源的测量，这种“自下而上”的测量涵盖了更广泛、具体的排放类别，其结果会外推到区域和国家尺度。对于介于点源排放和区域排放的中间尺度的甲烷排放源（如石油和天然气处理厂、垃圾填埋场、养牛场等），可选择采用“自上而下”、“自下而上”或两者兼有的监测方法。

两种监测方法各有优劣。“自上而下”的估算包括所有来源的排放，但可能难以将排放归因于特定来源或来源类别。由于大气传输模式的不确定性，“自上而下”的甲烷排放估计的不确定性增加。而“自下而上”的方法提供了特定来源排放量和排放格局的信息。然而，“自下而上”的排放量清单可能并不能阐明所有的来源，造成排放来源缺失，并且这些方法可能存在不确定或不准确的活动数据和排放因子。

b. 监测方法的探索与实践

卫星监测是目前最大空间尺度的“自上而下”监测方法，可以更方便地获得大空间尺度、全排放源的总量数据，并为微观数据的校准提供便利。现有的甲烷观测卫星的特征与对比如下图所示。

欧洲的 TROPOMI 卫星，观测范围大、探测限度高但空间分辨率较低，刈幅宽度达到 2600 公里，分辨率 7000m*7000m，可以用作了解全球范围内较大排放源的甲烷排放；加拿大 GHGSat 公司的 GHGSat 卫星，以及加州与 PlanetLab 的合作、计划于 2022 年发射的卫星，观测范围较窄，主要关注范围在 10km-20km 内已知排放源的排放，空间分辨率达到 30m*30m，它可以用于帮助监管机构监测特定设施的甲烷排放；美国环保协会（EDF）的全资子公司 MethaneSAT 计划于 2022 年发射的同名卫星 MethaneSAT 具有较大的观测范围、较高的观测频率和较高的分辨率，它能够绘制和量化 200km 范围内浓度为 2ppb 的甲烷排放。



全球最大的油气公司之一——英国石油公司（bp）正在推行一项试点项目，采用美国宇航局为“好奇号”火星探测器设计的固定翼遥控空气系统（RPAS）无人机传感器技术，对其北海资产的甲烷排放进行远程监测。这种无人机可以预先设定程序，一旦起飞可自动航行，以 550 米为半径，绕“Clair”号海上钻井平台飞行 90 分钟，总航程超过 185 公里，超过此前英国的商业无人机最长航程记录（100 公里）。在飞行中，无人机可将甲烷传感器获得的宝贵数据实时进行实时传输。无人机监测使 bp 对所有资产进行泄漏检修（LDAR），每口井的平均成本约为 40 美元，并且将继续下降¹⁵；荷兰壳牌也与科技企业达成协议，扩大无人机的使用，以加强其在二叠纪盆地中现有的 LDAR 项目。同时，壳牌为德克萨斯大学 ASTRA 项目提供咨询服务，该项目计划在二叠纪盆地建立一个甲烷探测传感器的概念验证网络¹⁶。

¹⁵https://www.sohu.com/a/345212823_99912085

¹⁶<https://www.shell.us/media/2020-media-releases/expanding-use-of-drones-for-methane-detection.html#:~:text=At%20Shell%2C%20we%20place%20a,assets%20below%200.2%25%20by%202025.>

5. 气候投融资推动甲烷减排

全球社会实现低碳转型和适应气候变化都需要大规模资金，发展气候投融资已成为广泛的国际共识。今年 10 月，生态环境部、国家发改委人民银行、银保监会和证监会联合发布了《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》¹⁷，从政策体系、标准体系、资金引入、地方实践、国际合作以及保障手段等六方面推动气候变化相关的投融资和风险管理活动的发展。

甲烷投融资是气候投融资工作的一个重要领域。作为一种宝贵的资源，控制甲烷排放不仅可以帮助投资者规避投资风险，也可以带来经济利益。事实上，在国际范围内，如何规避投融资风险早已经有了官方指导。联合国“负责任投资原则”项目（UN Principles for Responsible Investment, PRI）于 2006 年 4 月出版了《油气行业投资风险规避指南》，为管理 70 万亿美元资产的 2000 多家投资机构提供了决策参考。2016 年起，美国环保协会及其合作单位出台了一系列石油天然气行业甲烷管理的投资者指南，为企业投融资提供支撑^{18,19,20,21,22}。

对中国来说，构建甲烷气候投融资体系是推动甲烷减排、实现 2060 碳中和目标的重要手段之一。

a. 绿色信贷

在我国经济结构绿色转型中，金融杠杆扮演着重要的角色。根据《绿色信贷指引》，在中国，煤矿瓦斯抽采和利用、生物质能源利用、农村的沼气利用、天然气利用等都属于绿色信贷的一部分。

甲烷的排放主要来源于农业、油气行业和煤炭行业，这其中不乏一些高污染的企业。绿色信贷政策的出台阻塞了部分企业的融资渠道，造成企业投资减少，导致企业的经营绩效恶化。但是，倘若企业加大对甲烷减排的投资，降低能耗、节约资源，将甲烷减排要素纳入金融业的核算和决策之中，扭转企业污染环境、浪费资源的粗放经营模式，达到绿色信贷标准，企业的融资渠

¹⁷ http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202010/t20201026_804792.html

¹⁸ An Investor's Guide to Methane. EDF.UNPRI. October 2016

¹⁹ The Disclosure Divide – Revisiting Rising Risk and Methane Reporting in the U.S. Oil & Gas Industry. EDF. February 2018

²⁰ Taking Aim: Hitting the mark on oil and gas methane targets. EDF. April 2018

²¹ Setting the Bar: Implementing the TCFD Recommendations for Oil and Gas Methane Disclosure. Ceres. EDF.UNPRI. October 2018

²² Hitting the Mark: Improving the Credibility of Industry Methane Data. EDF. February 2020

道将会不断拓宽，争取更多的资金来扩大生产和减少甲烷排放，同时企业也会不断向低碳环保型企业转型，实现良性循环。

银行不能一刀切地过度惩罚污染企业，而应该引导和支持重污染企业提高环保意识，并强化甲烷绿色投融资，加大对甲烷排放友好型企业的金融支持。例如，商业银行可为每家贷款企业估计出一个甲烷排放系数，以此调整最终贷款额度；同时，对符合环保要求的企业给予较为优惠的利率和条款，通过信贷杠杆，从源头上扶持发展循环经济。企业则可以积极配合银行工作，加大甲烷减排技术投资来争取更多的绿色信贷融资。

b. 绿色债券

甲烷减排项目初期投入大、短期回报不明显及技术风险大的特征，使得目前市场投资动力和融资激励不强，目前其投融资更多地依靠行政手段。而“绿色债券”的创新使得用市场的手段解决市场的问题成为了可能。

《绿色债券支持项目目录（2020 年版）（征求意见稿）》将油气运输储备系统（如加油站、油罐车、储油罐），油气回收设施等挥发性有机物综合治理设施建设运营，畜禽粪污生产沼气设施的建设和运营纳入绿债支持目录。这些符合要求的企业可将特定的项目作为抵押发行债券，在提升甲烷减排的同时获得更多的融资。

截至 2019 年底，中国境内绿色债券市场的总余额为 9772 亿元人民币（约合 1400 亿美元）。未来 5 年内，中国将有总值 8655 亿元人民币（约合 1240 亿美元）的绿色债券到期，占目前绿色债券总余额的 88%。

c. 绿色基金

2018 年 11 月，中国基金业协会发布了《绿色投资指引（试行）》，旨在鼓励基金管理人关注可持续发展，强化对环境风险的认知，明确绿色投资的界定和实施方式，推动基金行业发展绿色投资，改善投资活动的环境绩效，促进绿色、可持续的经济增长。《指引》指出，绿色投资范围应围绕环保、低碳、循环利用，包括并不限于提高能效、降低排放、清洁与可再生能源、环境保护及修理、循环经济等。

d. 碳市场

碳排放权交易市场有两类基础产品，一类为政策制定者初始分配给企业的减排量（即配额），另一类就是中国核证资源减排量（CCER），即通过实施项目削减温室气体而获得的减排凭证。

CCER 可以在控排企业履约时用于抵消部分碳排放使用，不仅可以适当降低企业的履约成本，同时也能给减排项目带来一定的收益，促进企业低碳发展。

2020 年 11 月，《全国碳排放权交易管理办法（试行）》（征求意见稿）提出，甲烷利用等领域的减排项目，可使用国家核证自愿减排量（CCER）。目前中国已经签发的 CCER 项目包括垃圾填埋、LNG、沼气等。以北京为例，北京从 2013 年到 2019 年内，涉及到甲烷减排的 CCER 项目共 25 个，交易量 675 万吨，交易金额将近 5600 万人民币。

尽管我国绿色金融发展迅猛，但综合来看，目前我国气候投融资体系尚不完善，难以为国家、地方碳达峰提供金融支撑，主要体现在体制机制不完善、银行向气候投融资项目提供融资的动力明显不足以及能力建设不足等方面。未来，我国气候投融资应该在以下几个方面开展工作：建立气候投融资统筹管理机制和体系；建立气候投融资支持平台，以提供气候投融资信息与能力建设支持；以低碳标准体系和绿色金融标准体系为基础构建气候投融资标准体系；将气候投融资试点与低碳试点及绿色金融改革试验区协同；加强气候信息披露机制的建设；制定激励扶持政策等²³。

6. 国际甲烷减排行动

a. 欧盟甲烷战略

2020 年 10 月，欧盟委员会发布了《欧盟甲烷战略》(EU methane strategy)，提出了在欧盟和国际范围内减少甲烷排放的措施，重点覆盖能源、农业和废弃物处理行业。战略的发布使欧盟走在了应对气候变化的前列。战略强调，能源是能够以最快速度、最低成本降低甲烷排放的部门，欧盟将采取领先行动，并与国际伙伴合作，解决自身及进口能源的甲烷排放问题；将改进甲烷排放量的监测和报告（MRV）作为优先事项，欧盟将支持与联合国环境规划署、气候与清洁空气联盟以及国际能源署合作建立国际甲烷排放观测站（International Methane Emissions Observatory, IMEO），向全球合作伙伴提供欧盟卫星数据，支持甲烷排放相关国际数据的共享。欧盟将寻求与伙伴国家的合作，共同推进甲烷减排。欧盟委员会将动员一个主要天然气进口国联盟，以协调能源相关甲烷排放问题。欧盟将利用其在循环经济和农业领域的领先地位，推动降低农业甲烷排放的国际行动。

²³https://www.sohu.com/a/345931602_828724

b. 北美出台甲烷控排相关法规

目前，国际社会普遍将石油天然气行业作为开展甲烷减排行动的重点。美国、加拿大和墨西哥在油气行业甲烷监测、绩效标准等方面做出了详细的规定。2018年4月，加拿大联邦政府出台了目前世界上最全面的油气行业上游甲烷排放管理法规；2020年，加拿大进一步修订和发布了两个指令来强化减排，分别是：石油和天然气操作的测量要求（指令 017）以及上游石油工业燃除、火炬和放空（指令 060），特别是在指令 060 中，明确了各个环节的具体要求。

c. 国际甲烷减排组织

油气甲烷伙伴关系（Oil and Gas Methane Partnership, OGMP）是气候与清洁空气联盟（CCAC）旗下的倡议，由联合国环境署（UNEP）、欧盟委员会（EC）和美国环保协会（EDF）牵头发起。目前已有 62 家公司加入这一伙伴关系。签署方公司覆盖全球五大洲，其石油和天然气产量占全球总量的 30%。“OGMP 2.0 框架”于 2020 年 11 月出台，其核心是以测量为基础的全面综合性甲烷报告框架。在此框架下，石油和天然气领域人为甲烷排放报告的准确性和透明度将得到提升。OGMP2.0 致力于在 2025 年前将行业的甲烷年排放量减少 45%，在 2030 年前减少 60~75%。

CCAC 旗下的另一个与甲烷相关的倡议为全球甲烷联盟（Global Methane Alliance, GMA），旨在为国家设定甲烷减排目标提供支持。GMA 同样是矿物甲烷倡议下的内容。加入 GMA 的国家将承诺将油气行业的甲烷减排目标纳入其国家自主贡献（NDC），作为国家整体温室气体减排目标的一部分。各国可以根据其实际甲烷排放量和石油天然气工业发展水平，选择油气行业“近零”甲烷排放强度目标（排放强度控制在 0.25% 以下），或是在 2025 年甲烷排放减少 45%，2030 年甲烷排放减少 60% - 75%（以 2015 年为基线）。

全球范围内，GMA 有潜力在 2030 年减少 60 亿吨二氧化碳当量。GMA 的合作伙伴将支持承诺国家设定甲烷排放基准，设计甲烷管控法规，以及应用最新技术和开展最佳管理实践。科特迪瓦和尼日利亚于 2019 年 11 月宣布正式加入 GMA，承诺将甲烷减排目标纳入国家自主贡献。

此外，也出现了许多由石油公司组成的自愿性组织，通过设置减排目标等方式促进企业层面甲烷的减排。英国石油公司（BP）、壳牌公司（Shell）、中石油等 13 家世界主要油气企业成立了全球油气行业气候倡议组织（Oil and Gas Climate Initiative, OGCI），并将甲烷控制与减排作为一项工作重点。油气行业气候倡议组织已经承诺，在 2025 年将其油气供应链上游的甲烷排放减少至 0.25%，相当于每年减少 35 万吨的甲烷排放。同时在未来 10 年内投资至少 10 亿美元鼓励甲烷减排创新技术的开发和商业化，以实现甲烷近零排放。2017 年，世界领先油气企业、国际机构非政

府组织和学术界共同发起了名为“甲烷指导原则”（Methane Guiding Principle, MGP）的机构，并与 2019 年末发布了一系列甲烷减排最佳实践指南。截止目前，MGP 已经发布了在工程设计与施工、火炬燃烧、能源利用、设备泄漏、放空、气动设备、运营维修、持续改进等 10 个方面的实践指南，为油气行业在甲烷减排的发展上提供了较多具备可行性的方案。

7. 结论与建议

a. 在 NDC 中设立甲烷减排目标已成为潮流

在国际组织的推动下，将甲烷减排纳入国家自主贡献（NDC）目标已成为趋势。目前欧盟和日本已于 2020 年更新的 NDC 中提出了对包括甲烷在内的全行业温室气体进行控制。美国、加拿大、墨西哥则早在 2015 年在其 NDC 中承诺减少甲烷排放。2021 年，在拜登政府积极的气候行动背景下，美国新一届政府预计到 2030 年，将包括甲烷在内的全行业温室气体减少 50%。中国也将积极履行国际承诺，开展建立国家自主贡献项目库等工作。参照国际经验和相应减排力度，中国应尽快着手制定甲烷减排目标，落实十四五规划要求，加大甲烷控制力度，制定并实施甲烷行动计划，以引领这一新的应对气候变化合作领域。

b. 中国甲烷控制与利用加速前进

自 2019 年以来，中国的甲烷监测、利用与控制进入快车道。在农业领域、煤矿开采、石油天然气行业均对甲烷的管控开展了一系列行动。“十四五”是中国甲烷控排战略的重要窗口期。政策制定者需完善甲烷排放监管框架，制定行业甲烷逸散排放标准，将甲烷纳入大气排污许可证制度和环境影响评价制度，对甲烷及其他空气污染物实施全生命周期的协同管控。明确监管职责，建立跨部门、跨地区合作体系。

利用市场手段推动甲烷减排。引导金融机制、投融资机构。将甲烷减排纳入负责任投融资体系。加强财政及政策支持，规范、优化对甲烷减排项目的补贴及税收优惠。

c. 政策引导下的甲烷监测和减排技术应用与创新提速

透明、完整和有效的数据是进行甲烷管控的基础。夯实甲烷排放数据，建立甲烷 MRV 体系以及甲烷排放清单，引入移动监测、卫星监测等先进技术手段，以提高企业排放数据的透明度和可靠性。

甲烷控制和减排技术的应用和创新是甲烷管控的关键。目前，各甲烷排放行业已涌现出不同的甲烷减排技术，包括泄漏探测设备、垃圾填埋气井、脱气泵站、乏风瓦斯利用等等。政策制定

者应提出甲烷减排最佳适用技术目录，推广新技术的试点示范和商业化应用。建立甲烷控制利用技术孵化器，加快技术创新，推动甲烷减排技术市场化进程，促进经济社会发展绿色转型。

d. 甲烷控制的国际交流与合作诉求日益加强

中国与美国、欧盟在甲烷减排上的国际合作必要性凸显，企业加入国际甲烷减排联盟和组织的诉求增加。提高全球天然气供应链甲烷管控水平、推动形成统一协调的国际甲烷排放标准及MRV标准体系已提上日程。建立全球甲烷监测数据共享平台，提高甲烷减排透明度将成为国际合作的重要领域。