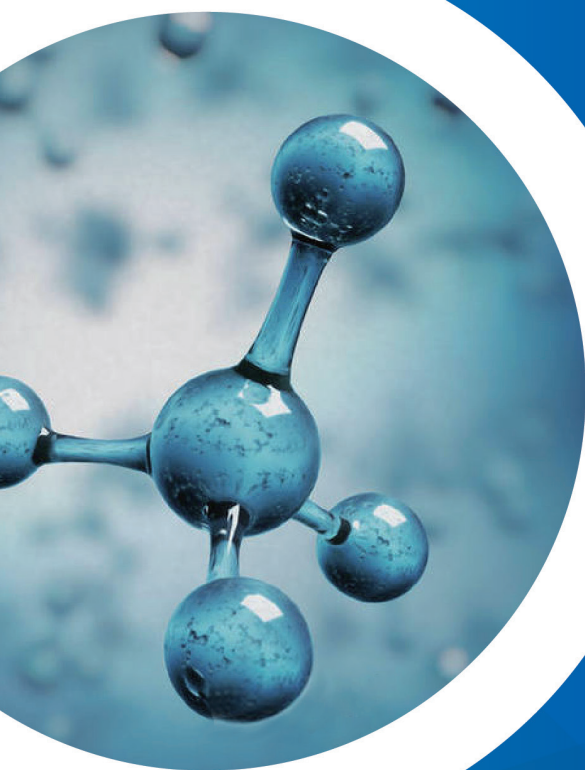
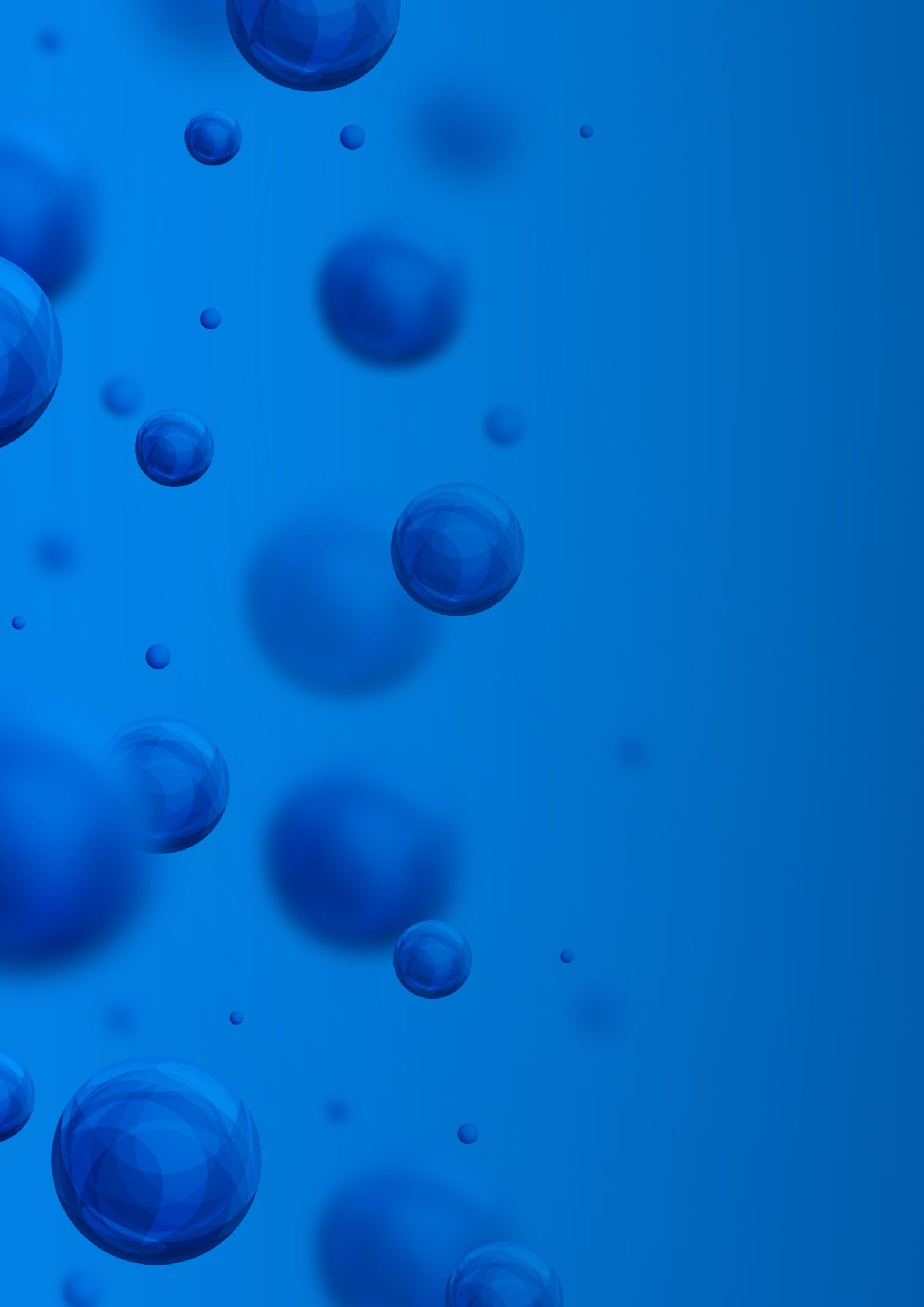




国内外甲烷 减排行动与趋势

2022



目录

02

引言

04

全球甲烷排放与气候变化科研进展

08

国际甲烷减排合作

09

1. 全球甲烷承诺

10

2. 欧盟、美国甲烷减排战略

12

3. 中国甲烷减排国际合作

13

4. 国际甲烷减排相关组织

14

5. 国际企业减排行动

16

甲烷排放监测方法及减排技术

17

1. 甲烷监测技术进展

18

2. 甲烷减排技术进展

20

中国甲烷管控进展

21

1. 煤炭

22

2. 石油天然气

24

3. 农业

24

4. 废弃物

26

气候投融资推动甲烷减排

27

1. 绿色信贷

28

2. 绿色投融资

29

3. 碳市场

30

结论与建议

31

1. 设计符合国情的减排方案，加强对减排潜力的研究

31

2. 完善法律法规体系建设，提升监管能力，加强执法力度

31

3. 进一步通过经济手段推进甲烷减排

31

4. 加强 MRV 体系建设，提升监测水平

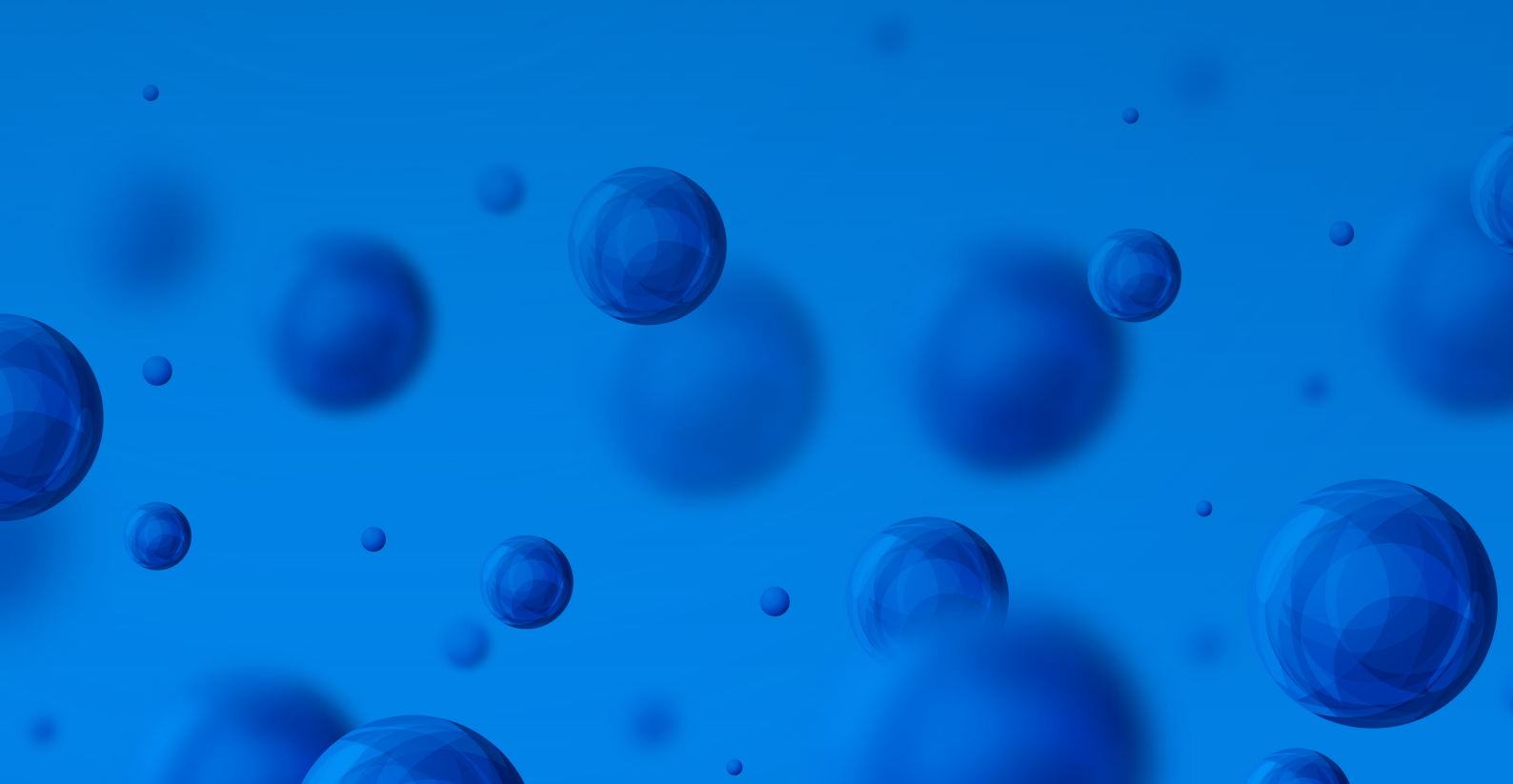
32

5. 加强减排技术的研发和应用

32

6. 加强甲烷减排的国际交流与合作

引言



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，但根据 IPCC 第六次评估报告第一工作组报告的数据，来自化石能源和非化石能源甲烷的全球增温潜势（GWP，即甲烷气体捕捉大气中热量的能力）在 100 年的时间框架内分别是二氧化碳的 29.8 倍和 27.2 倍，20 年尺度下增温潜势分别是二氧化碳的 82.5 和 80.5 倍。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。

2021 年 8 月 9 日，政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告第一工作组报告 [1] 发布。该评估报告着重强调了甲烷减排的重要性，并指出：“甲烷作为一种强效的短寿命温室气体，已经造成了约 0.5° C 的全球气温上升，同时大气中的甲烷浓度还在持续上升。”但由于甲烷在大气中的留存时间较短，强有力的甲烷减排可以有效的减缓全球温升速度。大幅、快速和持续减少甲烷排放将限制气溶胶污染减少所造成的升温效应，并将改善空气质量。

2022 年 4 月 4 日，政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告第三工作组报告 [2] 发布。该评估报告指出 2030 年前甲烷深度减排对实现 1.5°C 温升目标至关重要。迅速减少非二氧化碳温室气体排放，尤其是甲烷，将降低温升峰值。在将温升控制在 2.0°C 或以下的多个路径中，当实现二氧化碳净零排放时，剩余的非二氧化碳排放将位于 40 亿吨 - 110 亿吨二氧化碳当量的范围内。其中，2030 年的甲烷排放量将比 2019 年减少约 20%（1-46%），2050 年则要比 2019 年减少近 50%（26-64%）。在将温升控制在 1.5°C（不超过或小幅超过）的多个路径中，到 2030 年要对甲烷采取更加深度的减排措施，比 2019 年减少 33%（19-57%）。不过到 2050 年甲烷减排幅度仅为小幅增加，比 2019 年减少 50%（33-69%）。

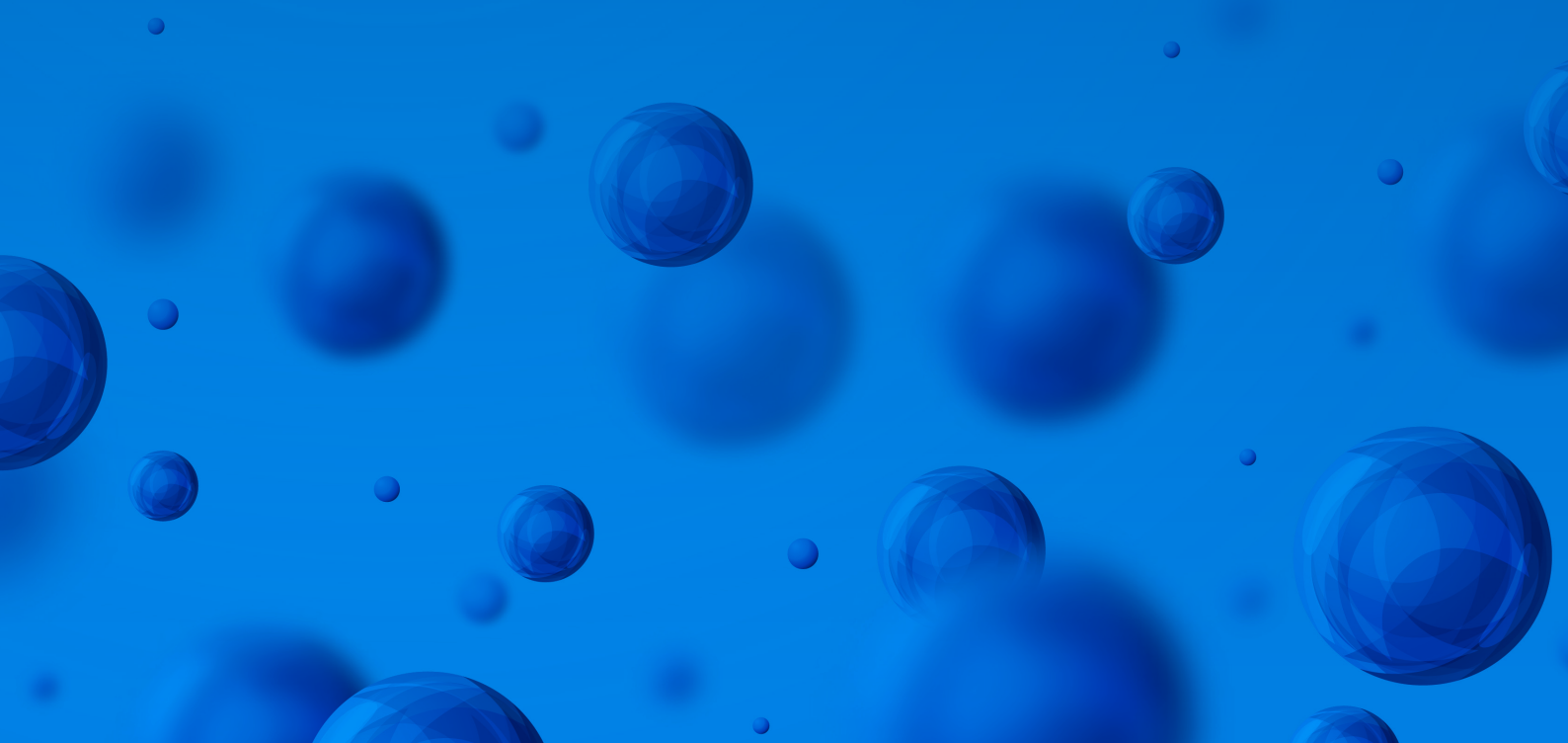
IPCC 第三工作组报告同时明确指出，除非同时进行二氧化碳和短寿命温室气体减排，否则温升幅度在本世纪 30 年代就有可能超过 1.5°C，到本世纪中叶就可能超过 2°C。而控制短寿命温室气体排放可以快速减缓温升，到 2050 年避免 0.6°C 的温升，到 2100 年避免 1.2°C 的温升。想要实现温室气体净零排放，就要为非二氧化碳温室气体减排制定目标，包括设定同巴黎协定目标一致的甲烷减排路径。而且人为源甲烷排放的减排可行性正在逐步提高。例如，已经有多项研究表明可以在不影响粮食安全的情况下实现农业领域减排。总之，有雄心的甲烷减排是对二氧化碳减排的有力补充。

本背景报告反映了目前全球甲烷排放及管控现状以及 2020-2022 年中国甲烷管控的进展情况。

[1] IPCC AR6 WG I <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

[2] IPCC AR6 WG III <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

全球甲烷排放与气候 变化科研进展



根据国际能源署（IEA）发布的“2022 全球甲烷追踪”（Global Methane Tracker 2022），2021 年全球甲烷年排放量约为 5.8 亿吨^[3]。其中约 40% 来自自然源排放，其余 60% 来自人类活动。全球能源部门甲烷排放约占人为甲烷排放总量的 40%，仅次于农业。2021 年全球能源部门甲烷排放约为 1.35 亿吨，比 2020 年增长近 5%。在这 1.35 亿吨中，约 4200 万吨来自煤炭，4100 万吨来自石油，3900 万吨来自天然气，900 万吨来自生物质能源的不完全燃烧（主要发生在木材和其他固体生物质被用作传统炊事燃料时），400 万吨来自终端设备的泄漏。

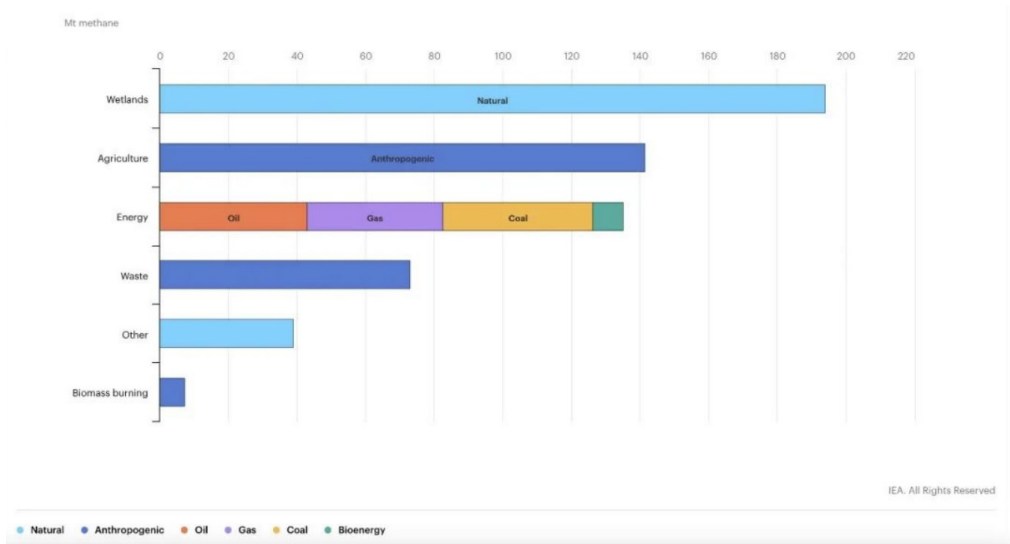


图 2021 年全球甲烷排放源

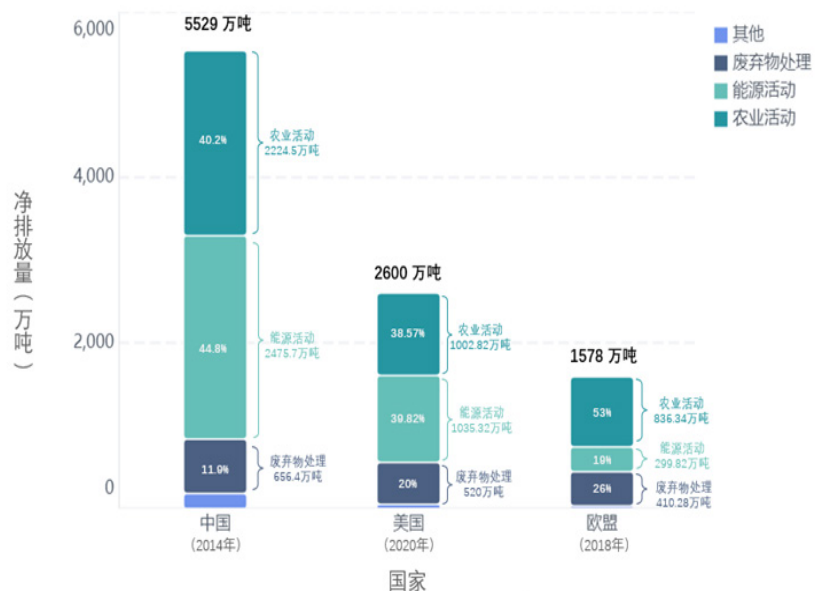
IPCC 第六次评估报告第三工作组发布报告指出，2019 年全球人为温室气体净排放量共有 590 亿吨二氧化碳当量^[4]，这其中甲烷为 111 亿吨二氧化碳当量。根据与 1990 年相比，甲烷排放增长了 24 亿吨二氧化碳当量（增幅 29%）。可以看出，虽然甲烷排放量在持续增长，但是由于二氧化碳等温室气体排放量增幅均高于甲烷，因此在全球人为温室气体净排放中甲烷占比小幅下降。

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，2020 年，美国甲烷排放量为 2600 万^[5]，占美国温室气体排放的 11%；其中能源活动甲烷排放占 39.82%，农业活动甲烷排放占 38.57%，废弃物处理排放占 20%。

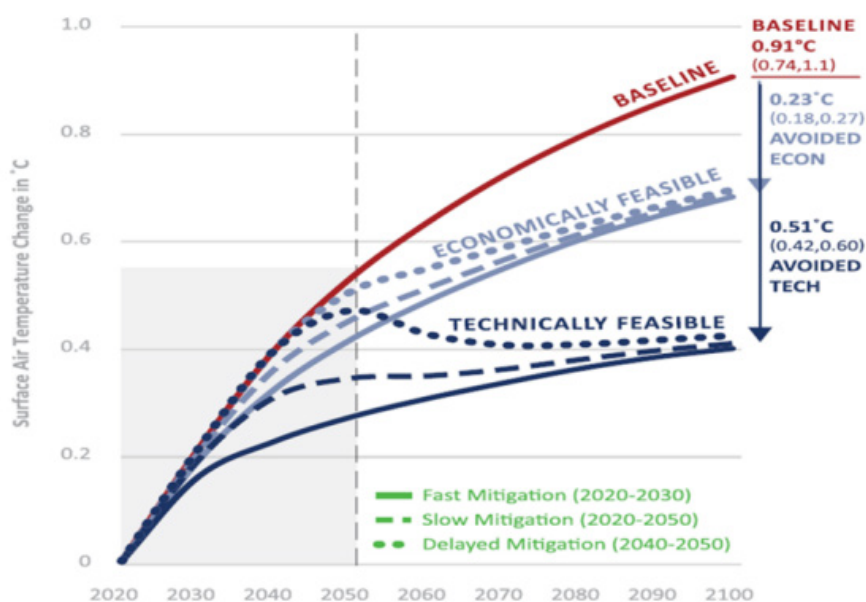
根据欧盟委员会温室气体清单数据，2018 年，欧盟 27 国甲烷排放量为 1578 万吨^[6]，占欧盟温室气体排放的 10.1%。其中 53% 来自农业活动的甲烷排放，19% 来自能源活动的甲烷泄漏，26% 来自废弃物处理排放。

[3] <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022>
[4] IPCC AR6 WG III <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>
[5] <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/fastfacts-1990-2020.pdf>
[6] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>



图：中国、美国、欧盟甲烷排放量及排放分布情况

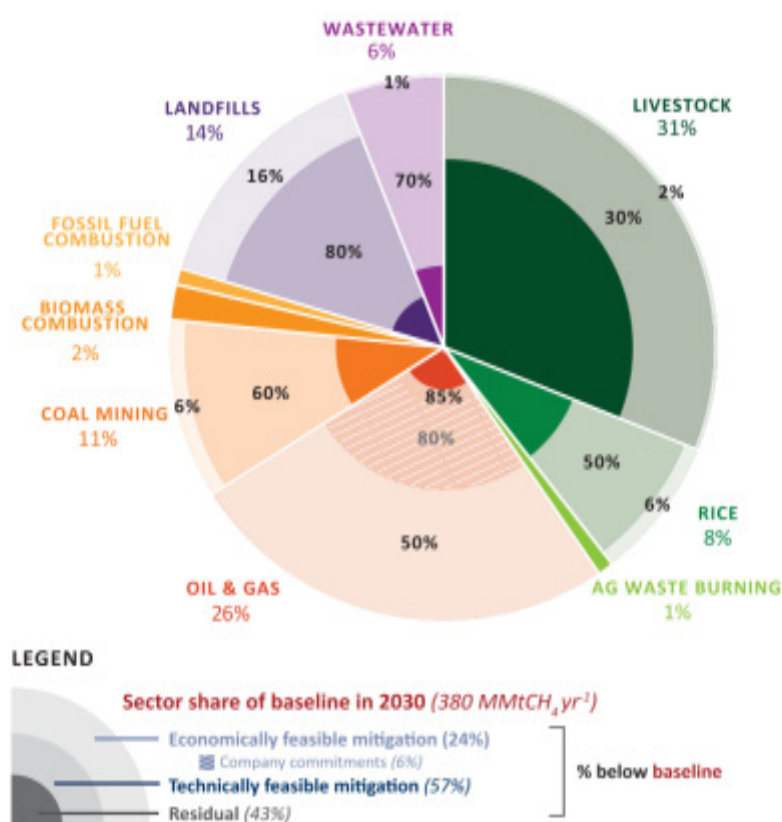
尽早对甲烷采取行动是减缓近期变暖的最有效战略，而尽早对甲烷和二氧化碳实施“双控”可带来最佳温控效果。与后期才采取行动相比，尽早实行二氧化碳和甲烷排放“双控”可使本世纪中叶的最高温升减少 0.4°C (0.7°F)^[7]。因此，尽早行动是保持温升在 2°C 以下的关键组成部分。如果我们在 2030 年前没有对二氧化碳和甲烷采取行动，即使我们在 2050 年前实现净零排放，温升仍有可能在一定时间内超过《巴黎协定》约定的 2°C 目标。近几十年来，尽快减少二氧化碳排放一直是政策制定者关注的焦点，而甲烷的情况却并非如此，因为其排放不像二氧化碳那样随着时间的推移而积累，且用于净零排放的标准核算方法也未考虑尽早采取甲烷减排行动的益处。这意味着，如果我们唯一的目标是在某一年（如 2050 年）实现净零排放，那么我们就有可能推迟甲烷行动，同时造成温升的负面影响。



图：不同经济及技术甲烷减排手段情境下本世纪末增温趋势

[7] <https://www.nature.com/articles/s41598-021-01639-y.pdf>

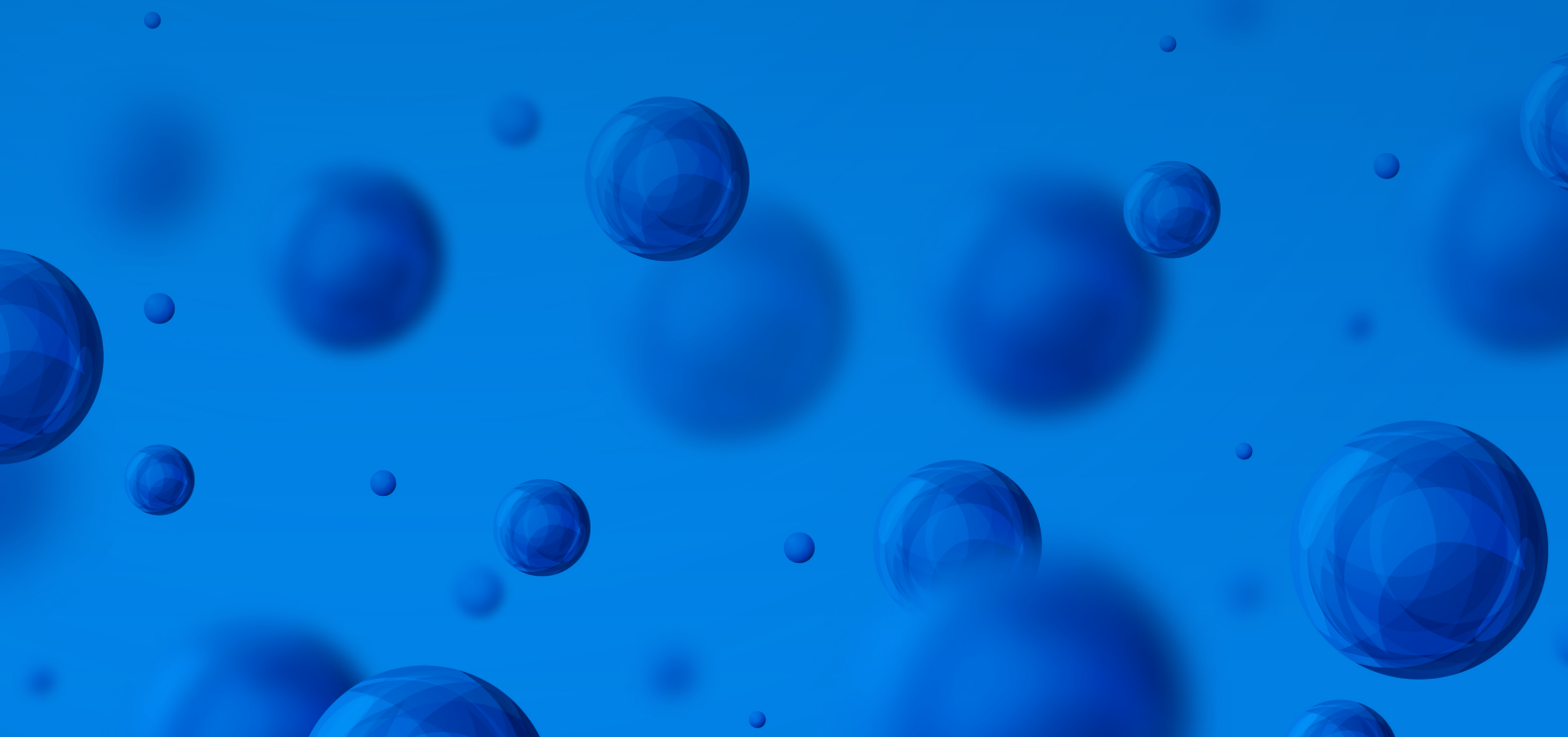
短期内实现更好的“双控””温控效果需要具有经济和技术效益的甲烷减排措施。总体来看，现有一半的到 2030 年比 2020 年全球人为甲烷排放减半的措施可在净零成本下实施^[8]。采取现有所有的减排措施可以将近十年的全球平均变暖速度减缓约 30%，到本世纪中叶避免 0.25℃ 的额外升温，并到本世纪末避免超过 0.5℃ 的额外升温。另一方面，相对于快速实施减排措施，缓慢实施现有减排措施可能导致到本世纪中叶全球平均升温增加十分之一，并使升温速度相对于快速实施减排措施加快 5%。等到本世纪中叶再采取现有减排措施可能导致到本世纪中叶全球平均升温增加五分之一，并使升温速度相对于快速实施减排措施加快 15%。从减排手段来看，到本世纪末，与基准情景相比，快速可行的技术甲烷减排手段将避免约 0.51℃（0.42℃ -0.6℃）的升温，快速可行的经济甲烷减排手段将避免约 0.23℃（0.18℃ -0.27℃）的升温。从具体甲烷排放源来看，与基准情景相比，到 2030 年，依靠可行的经济甲烷减排手段，全球油气甲烷排放有 50% 的减排潜力；依靠可行的技术减排手段，全球煤炭和土地填埋甲烷排放有 60% 和 80% 的减排潜力；依靠企业减排手段，全球油气甲烷排放有 85% 的减排潜力。



2030 年全球甲烷排放源分布及各领域减排成本预测

[8] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abf9c8>

国际甲烷减排合作



1. 全球甲烷承诺

2021 年 9 月，美国和欧盟发起全球甲烷承诺^[9]，即到 2030 年全球甲烷排放至少比 2020 年减少 30%，并在 11 月召开的 COP26 会议期间正式签署该承诺。截至目前，全球已经有 111 个国家或地区加入该承诺。全球甲烷承诺指出，为确保实现 2°C 温升控制目标，并努力实现 1.5°C 目标，全球范围内控制甲烷是必要的。全球甲烷承诺提出的控制目标，可以在 2050 年减少温升 0.2°C。特别需要注意的是，全球甲烷承诺是一个全球控制目标，而不是每个承诺国家的具体减排目标，因此各国需要确定自己的目标。

2022 年 4 月 6 日，欧盟委员会执行副主席蒂默曼斯和美国总统气候问题特使克里在第六届欧盟 – 美国高级别气候行动小组会议后的联合声明^[10]中表示：欧盟与美国将共同努力推动全球甲烷承诺的实施，包括减少石油和天然气系统的燃烧、排放和泄漏，以及合作加强能源和气候安全等。

2022 年 5 月 25–27 日，七国集团（G7）能源、气候和环境部长会议在柏林召开。《七国集团气候、能源和环境部长公报》^[11]表示，七国集团在会上重申了全球到 2030 年比 2020 年甲烷排放至少减少 30% 的全球甲烷承诺。会议强调，为了保证实现 2100 年前全球升温不超过 1.5°C 的目标，必须在 2030 年前实现全球范围内的甲烷大幅减排。为加速实现该目标，七国集团倡导集团内尚未制定甲烷减排计划的国家应通过制定国家气候计划及配套措施如更新通报国家排放清单推动实现国内甲烷减排。七国集团将与气候和清洁空气联盟组织（Clean Air Coalition）合作推进全球甲烷承诺行动的实施并通过国际甲烷监测平台（IMEO）改进甲烷排放测量、报告和核查（MRV）体系以及和国际能源署（IEA）的合作。

作为全球甲烷承诺的最新进展，美国、欧盟和 11 个国家于 6 月 17 日美国发起的“主要经济体能源与气候论坛”（MEF）领导人会议上启动了“全球甲烷承诺能源路径（Global Methane Pledge Energy Pathway）”，该路径聚焦石油和天然气部门的甲烷减排，同时推进气候行动和能源安全。这 11 个国家包括阿根廷、加拿大、丹麦、埃及、德国、意大利、日本、墨西哥、尼日利亚、挪威和阿曼。此外，马来西亚国家石油公司支持“全球甲烷承诺能源路径”以及其他的区域和全球的甲烷倡议，以实现全球甲烷承诺的目标。“路径”的参与者共占全球天然气产量的五分之二，占全球天然气进口量的五分之三。

“能源路径”是全球甲烷承诺的一个关键实施步骤，它将加速部署当今最快和最具成本效益的甲烷减排解决方案。“全球甲烷承诺能源路径”旨在鼓励所有国家：（1）挖掘石油和天然气行业具有成本效益的甲烷减排的最大潜力；（2）尽快消除常规燃除（flaring，又译“火炬”），且不迟于 2030 年。参与国承诺将通过提供新的技术、财政支持，以及加强国内政策行动等来支持这些努力。

在全球范围内，2021 年有超过 2500 亿立方米的天然气被燃除、排放或泄漏，超过了世界第三大天然气生产国伊朗的年产量（伊朗天然气年产量略低于 2500 亿立方米）。根据国际能源署 6 月刚发布的《解决天然气燃除和甲烷泄漏问题的能源安全案例》报告，在未来十年在油气领域迅速部署所有可用的甲烷减排技术，可以到 2050 年避免 0.7°C 的升温，到 2100 年避免 1.2°C 的全球升温。减少石油和天然气部门的燃除和甲烷排放

[9] <https://www.globalmethanepledge.org/>

[10] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_2338

[11] <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/2044350/84e380088170c69e6b6ad45dbd133ef8/2022-05-27-1-climate-ministers-communicue-data.pdf?download=1>

是已经具有成本效益的，并具有三重好处：（1）应对气候变化，（2）改善健康状况，（3）在现有的生产水平上加强全球天然气供应。

根据国际能源署 6 月刚发布的《解决天然气燃除和甲烷泄漏问题的能源安全案例》报告，在未来十年在油气领域迅速部署所有可用的甲烷减排技术，可以到 2050 年避免 0.07℃ 的升温，到 2100 年避免 0.12℃ 的全球升温。

各国和相关支持组织已宣布提供 5900 万美元的专项资金和实物援助，以支持“全球甲烷承诺能源路径”，具体包括：

400 万美元用于支持世界银行的全球减少天然气燃除伙伴关系（GGFR）。其中，美国计划支持世界银行向 GGFR 转移至少 150 万美元的资金，德国计划提供 150 万美元，挪威计划向 GGFR 提供大约 100 万美元。

550 万美元用于支持全球甲烷行动倡议（GMI）。美国将提供 350 万美元。加拿大将在未来四年内捐助 200 万美元，作为其全球气候融资承诺的一部分，以支持发展中国家石油和天然气部门的甲烷减排项目。

- 高达 950 万美元来自联合国环境署的国际甲烷排放平台（IMEO），用于支持对油气部门甲烷排放和减排潜力的科学评估，这些评估与“全球甲烷承诺能源路径”的要求相一致。

- 每年高达 4000 万美元来自慈善机构“全球甲烷中心（Global Methane Hub）”，以支持化石能源部门的甲烷减排。

这些资金对于改善油气部门的甲烷测量、确定甲烷减排的优先领域、为项目开发进行技术评估、加强监管者和经营者的能力、支持政策的制定和执行以及其他实现甲烷减排的活动都至关重要。

此外，联合国环境署国际甲烷排放平台（IMEO）将与合作伙伴合作，在 COP27 会议之前启动卫星检测甲烷排放的警报和反应系统的第一阶段工作。迄今为止，欧盟已承诺提供 1700 万欧元支持 IMEO 的工作，并计划在未来几个月提供更多资金。

气候和清洁空气联盟（CCAC）也将通过其“化石能源中心”支持全球甲烷承诺能源路径的目标，以减少油气部门甲烷及其他短寿命气候污染物的排放。

此外，美国和欧盟重申就碳氢化合物供应商甲烷排放生命周期分析的共同工具进行合作。这一合作将通过美国—欧盟能源委员会进行。这将推动全球提升碳氢化合物生产中温室气体排放测量、报告和核查的一致性和准确性，并支持改善国家温室气体清单中甲烷的报告。

目前，全球甲烷承诺尚缺乏具体落地机制，目前全球甲烷承诺网站上只提及签署国每年组织一次全球部长会议对甲烷减排措施进行讨论。

2. 欧盟、美国甲烷减排战略

早在 2020 年 10 月，欧盟就发布《欧盟甲烷减排战略》^[12]，提出欧盟甲烷排放到 2030 年要比 2005 年

[12] https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu_methane_strategy.pdf

减排 35% 至 37%，并制定了跨部门行动、能源、农业、废弃物分部门行动及国际合作相关内容。2021 年 12 月，针对能源部门，欧盟推出甲烷减排立法提案^[13]。提案提出到 2030 年能源部门甲烷排放比 2020 年减少约 58% 的目标，并要求化石能源进口商向成员国提供有关出口商的甲烷排放测量、报告和减排措施方面的信息，对上游油气出口企业提出了加强甲烷排放减排的要求。该提案强调甲烷排放数据管理，强化同国际甲烷排放平台（IMEO）和石油和天然气甲烷伙伴关系（OGMP）的合作。

美国在 COP26 会议期间，发布了《美国甲烷减排行动计划》^[14]。这是美国第一份全面的甲烷减排战略。该行动计划没有设置强制性目标，但是提出了各排放领域的减排措施。与此同时，2021 年 12 月，美国联邦环保局发布了《新建、重建和改建的排放源的绩效标准以及现有排放源的排放监管指南：石油和天然气行业气候审查》^[15]（征求意见稿），强化油气领域甲烷排放的监管。在美国参议院最新通过的《通胀削减法案》^[16]（Inflation Reduction Act）中保留了在油气行业征收甲烷排放费等内容。

欧盟和美国在甲烷政策方面都取得了一定进展，且具有一定的共同点。欧盟和美国甲烷减排相关措施均针对能源和废弃物制定排放标准，对农业加强技术创新、激励政策和构建伙伴关系。油气行业因为油气减排成本相对低，减排潜力大，是甲烷减排的重点领域，未来要进一步降低排放强度。此外，在煤炭领域方面重视废弃煤矿甲烷排放测量和修复，农业领域的重点是在畜牧业粪便管理方面推广最佳实践，废弃物领域则侧重于垃圾填埋气的管控和利用。

双方政策也有一些不同点，相比来看：由于欧盟的油气资源主要依赖于进口，欧盟针对化石能源进口环节出台了甲烷减排及数据披露的相关要求；在减排目标方面，欧盟的整体减排目标和能源领域的减排目标比美国更加清晰，但是在具体标准和实施方面各有所侧重。

欧盟和美国甲烷减排政策提出的目标和主要内容涵盖以下内容：

地区 / 国家	欧盟	美国
整体目标	到 2030 年 欧 盟 甲 烷 排 放 量 比 2005 年 下 降 35%~37%（2020 年 10 月欧盟甲烷战略）	和欧盟发起全球甲烷承诺（到 2030 年全球甲烷比 2020 年减排 30%），但尚未明确美国是否适用同一目标
综合	重视第三方核查和发挥 IMEO 的作用	覆盖领域广、详述各部门分工、加大投资力度
能源	到 2030 年，能源领域的甲烷排放比 2020 年减少约 58%。 · 化石能源进口要求披露甲烷排放数据	油气领域减排潜力 75%，但未明确时间点；由于美国煤炭甲烷占比较小，油气减排潜力和能源部门整体减排潜力接近
油气	重视 OGMP2.0 框架 · 重视 LDAR · 明确禁止放空和火炬的范围 · 对不活跃的油气井进行检测	· 制定新的“甲烷规则”、加强和扩大监管（包括重视输配管网、重视 LDAR、加强对放空和火炬的管理等） · 研究在公共土地和水域关闭油气井的可能性 · 封堵废弃油气井
煤炭	重视废弃煤矿：建立清单，安装测量装置 · 要求经营中的煤矿进行持续测量、量化等 · 2030 年 1 月 1 日起，禁止相关设备的放空和火炬	重视废弃煤矿，加大修复领域投资

[13] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_21_6684

[14] <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/11/US-Methane-Emissions-Reduction-Action-Plan-1.pdf>

[15] https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/san-8510-ong-climate-review-proposal-frn-2021-11_1.pdf

[16] H.R. 5376- Inflation Reduction Act of 2022: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376>

地区 / 国家	欧盟	美国
农业	重视食品全生命周期甲烷排放分析 · 制定最佳实践和可用技术的清单，推动创新 · 促进农业减排固碳技术的应用 · 考虑将部分畜牧业纳入工业排放指令监管范围 · 基于自然的解决方案，饮食改变等 · 重视生物天然气的生产和利用	到 2030 年美国农业甲烷排放比 2019 年减少 10% 左右（根据美国甲烷减排行动计划数据计算） · 聚焦在粪便管理环节，升级粪便池 · 推广水稻干湿交替种植 · 促进生物天然气的回收利用
废弃物	通过资源化利用或者火炬来管理填埋气（同样为生物天然气） · 推广最佳可行技术 · 2024 年对可生物降解废弃物单独收集 · 2035 年废弃物填埋率最高 10% · 对废水和污水污泥的管理会同步减少甲烷排放	将全国填埋气“收集和火炬燃烧”比率提升至 70%，比现有比率提升 12%。 · 加强填埋气的收集、控制和利用 · 减少食物浪费，2015 年提出到 2030 年减少 50% 的食物损失和浪费
工业	N/A	在重工业发展可负担的低碳氢气替代天然气
建筑	N/A	发展清洁高效的建筑供热和制冷系统 发展绿色建筑

3. 中国甲烷减排国际合作

3.1 中美之间甲烷减排合作

2021 年以来，甲烷控排已成为中国国际气候合作的重要议题。2021 年 2 月，中国国家主席习近平同美国总统拜登通电话，中美双方共同强调将开展气候合作。为落实中美元首达成的共识，2021 年 4 月 15-16 日，中国气候变化事务特使解振华与美国总统气候问题特使约翰·克里在上海举行会谈，会后双方发表《中美应对气候危机联合声明》，提出“中美将在联合国气候公约第 26 次缔约方大会前及其后，继续讨论 21 世纪 20 年代的具体减排行动，旨在使与《巴黎协定》相符的温升限制目标可以实现”，包括“关于甲烷等非二氧化碳温室气体排放合作”。这是中美首次将甲烷减排纳入合作范畴。

2021 年 11 月 10 日，中美达成并发布《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》（以下简称《联合宣言》）。《联合宣言》为第 26 届联合国气候变化大会（COP26）的成功做出了中美贡献，是中美气候合作具有里程碑意义的文件。《联合宣言》显示，在更新国家自主贡献目标（NDC）承诺后，中国正在继续为实现 2030 年气候目标付出更大的努力，展示了中国应对气候变化的决心和对外合作的信心。《联合宣言》就 2021 年 4 月中美联合声明中提出的甲烷合作做出了更为具体的安排，将国际甲烷控制合作推上新高度。《联合宣言》在第八条单聚焦强化甲烷测量和减排具体事宜，包括通过标准减少来自化石能源和废弃物行业的甲烷排放，以及通过激励措施和项目减少农业甲烷排放。中美气候合作文件对甲烷重视程度之高前所未有。

2022 年 1 月 27 日，“主要经济体能源与气候论坛”（MEF）部长级会议举办。中国气候变化事务特使解振华、生态环境部副部长赵英民出席会议并介绍了中国在甲烷控排、能源转型、新能源汽车发展等方面的积极进展，并表示愿与各方开展技术交流与务实合作，推动绿色、低碳发展转型，共建人与自然生命共同体。

2022 年 6 月 17 日，“主要经济体能源与气候论坛”（MEF）领导人会议以视频形式举行。习近平主席特使、中国气候变化事务特使解振华出席会议并发言。中方将努力克服各种困难和挑战，加快绿色低碳转型，积极推进煤炭清洁高效利用和有序替代，大力发展非化石能源，制定甲烷国家行动计划，增加森林碳汇，持续推进绿色“一带一路”建设和气候变化南南合作。

3.2 中欧之间甲烷减排合作

2020 年 10 月欧盟发布的甲烷减排战略中提到：考虑对石油和天然气进口设立甲烷排放标准，欧盟拟与中日韩等国建立买家联盟推动建立国际甲烷监测、报告与核查（MRV）标准等政策与行动。2021 年 10 月，《第二次中欧环境与气候高层对话联合新闻公报》对外公布，公报明确提及“双方认识到减缓非二氧化碳温室气体排放（如甲烷和氢氟碳化物）对于实现《巴黎协定》确定的目标的重要性，同意继续就此问题进行讨论和加强合作”。

3.3 其他国家甲烷减排计划

2022 年 3 月，巴西政府公布了“国家零甲烷计划^[17]（National Zero Methane Program）”，并在 5 月 13 日金砖国家应对气候变化高级别会议作为巴西的气候行动进行了介绍。同先前欧盟和美国发布的较为全面的甲烷战略或计划不同，巴西的甲烷计划非常聚焦，主要聚焦在城市和农业有机废弃物来源的甲烷排放和利用。巴西国家零甲烷计划是紧密围绕生物甲烷（biomethane）和生物天然气（biogas）的利用展开的。在供应方面，巴西生物天然气和生物甲烷最大的来源潜力是城市和农业的固体废弃物和污水。此外，生物天然气的生产过程中还会生产生物肥料这种副产品。该计划关注的重点领域为垃圾填埋场、甘蔗种植产业、猪和家禽的养殖业、乳制品行业等。其他来源的生物甲烷必须符合主管部门制定的标准和程序。为激励生物甲烷和生物天然气的生产和利用，巴西的公共和私营金融机构将为以下措施提供融资等各种手段的支持。

除了增加生物天然气和生物甲烷的利用外，该计划也旨在为促进减少甲烷排放的项目创造额外收入。通过碳市场，有机废弃物甲烷减排所产生的信用可以产生效益，并能促进甲烷减排。这些经济补偿将为推广相关技术但尚无法实现收支平衡的企业增加额外的收入，从而提升项目的可行性。需要说明的是，巴西总统在 5 月份刚刚签署法令，表示要创建巴西全国性碳市场，但目前缺乏落地细节。

4. 国际甲烷减排相关组织

机构名称	基本概括	最新动向
全球甲烷行动倡议（GMI）	全球甲烷行动倡议（GMI）由美国于 2004 年 11 月启动，是一项国际社会广泛参与、致力于减少甲烷排放及促进甲烷作为清洁能源回收利用的多边合作机制。目前 GMI 包括中国、美国、加拿大、澳大利亚、印度和欧盟等 45 个成员国和地区、700 多个项目网络成员。全球甲烷行动倡议办公室设在美国环保局，中国是发起国之一，国家代表由生态环境部气候司承担，其在中国的秘书处设在应急管理部信息研究院（煤炭信息研究院），其煤炭分委会联席主席由煤炭信息研究院担任。	2022 年 3 月 21 日至 23 日，联合国欧洲经济委员会第 17 届煤矿瓦斯和公平转型专家委员会会议暨第 31 届全球甲烷行动计划（GMI）煤矿小组委员会会议在总部日内瓦万国宫举行，来自中国、俄罗斯、美国、波兰、瑞典、印度和南非共和国、欧盟委员会、欧洲煤炭协会、学术界和科研机构的代表通过视频参加会议。本次会议旨在通过开展有助于甲烷回收利用的活动，减少煤矿温室气体排放，降低煤矿爆炸风险，减缓气候变化，支持可持续发展。专家组讨论将与采煤地区公平过渡有关的挑战纳入其工作的最佳战略，并确定其在该领域活动的预期范围和重点。

[17] <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/MinutaProgramaMetanoZero.pdf>

机构名称	基本概括	最新动向
国际甲烷排放平台 (IMEO)	国际甲烷排放平台 (IMEO) 是联合国环境规划署 (UNEP) 在欧盟委员会的支持下提出的一项以数据为导向、以行动为重点的倡议, 旨在促进甲烷排放的大幅减少。IMEO 将通过提供针对战略减排行动的甲烷排放地点和数量的近实时、可靠和精细的数据, 推动实现巴黎协定目标所迫切需要的战略减排行动。	焦煤甲烷合作关系 (Met coal Methane Partnership, MMP) 正在筹划中, 或于 COP27 期间宣布成立。
石油和天然气甲烷伙伴关系 (OGMP)	石油和天然气甲烷伙伴关系 (OGMP) 是由联合国环境规划署 (UNEP) 和气候与欧盟委员会清洁空气联盟 (CCAC)、美国环保协会 (EDF)、发起的一个多方利益相关者倡议。OGMP 是石油和天然气行业唯一全面的、基于测量的报告框架, 可提高石油和天然气行业甲烷排放报告的准确性和透明度。OGMP 致力于在 2025 年前将行业的甲烷年排放量比 2020 年减少 45%, 在 2030 年前减少 60~75%。	2020 年 11 月, OGMP 推出的 OGMP2.0 框架是甲烷排放标准的最新版本。OGMP2.0 框架适用于整个石油和天然气价值链, 不仅适用于上游产业的生产, 还适用于中游的运输以及下游的加工和提炼——OGMP2.0 框架有 5 个报告级别。排放源级别的报告从 3 级开始, OGMP2.0 第 4 级报告要求直接测量排放源级别的甲烷排放, 允许使用特定的排放因子 OGMP2.0 第 5 级报告要求增加场站级别的测量作为补充。
石油和天然气气候倡议 (OGCI)	石油和天然气气候倡议 (OGCI) 是一个由 12 个石油和天然气行业公司领导的成员组织。成员组织代表超过 “全球运营的石油和天然气产量的 30%”。OGCI 成立于 2014 年, 其任务是共同努力, “加速减少温室气体排放”, 全力支持《巴黎协定》及其目标。	2021 年 9 月, OGCI 宣布到 2025 年将其甲烷强度降低到 “近零” 水平——0.25% 到 0.2% 之间。

5、国际企业减排行动

作为世界六大石油公司之一, 为表明向多元化能源公司进行战略转型的决心, 2021 年 5 月, 道达尔更名为 “道达尔能源”。为应对气候变化, 道达尔推出了到 2050 年实现净零排放的长期目标, 并将每年发布集团气候战略报告并支持气候相关金融披露特别工作组。在甲烷减排方面, 作为 OGCI 组织的创始成员, 道达尔能源一直致力于甲烷减排; 其 2021 年比 2020 年减少了一半甲烷的排放, 并制定了到 2020 和 2030 年分别比 2020 年减少 50% 和 80% 甲烷排放的目标。

作为世界上最大的油田服务公司, 斯伦贝谢致力于为客户提供量身定制的端到端甲烷减排和火焰燃烧解决方案。斯伦贝谢长期与 OGMP 和 OGCI 等国际甲烷减排组织合作并跟踪测量技术发展以及 OGMP 要求变化, 调整行动方案, 帮助客户开发满足 OGMP2.0 标准的第一到第五级报告的行动方案, 并识别选取最有效、最便捷的甲减排行动目标。

农业企业甲烷减排行动

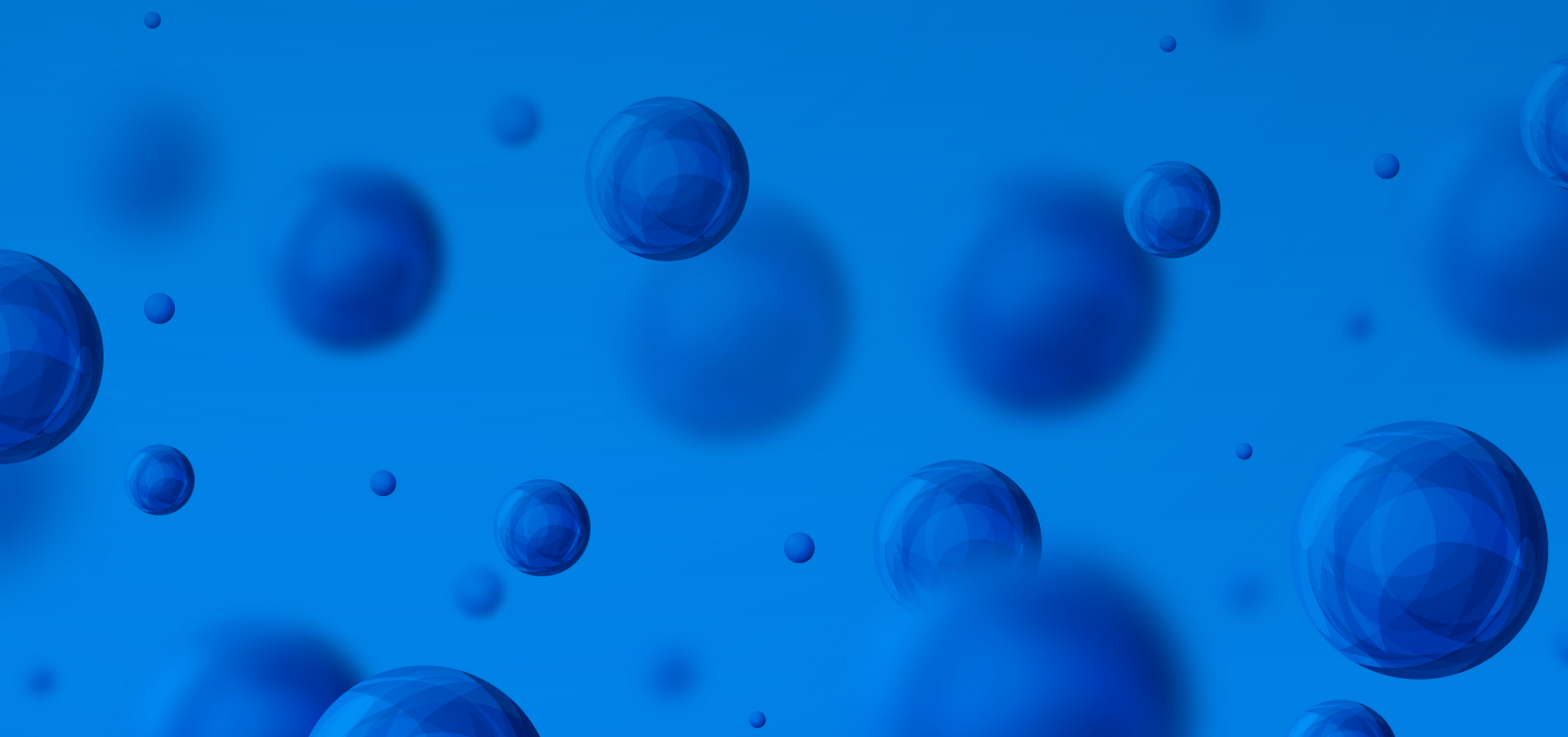
来自新西兰的乳业公司恒天然 (Fonterra) 在其《2020 可持续报告》中指出, 与乳制品相关的温室气体排放主要来自农场的奶牛, 约占报告温室气体排放的 90%, 其中最大的组成部分是牛在消化饲料时产生的甲烷, 主要通过打嗝排出。为此, 恒天然从 2017 年起制定了 2050 年净减排甲烷 24% 的目标。

事实上, 新西兰的牧场耕作系统非常高效, 是世界上农场碳足迹最低的国家之一, 大约是全球平均水平的三分之一。在过去 25 年左右的时间里, 新西兰农民已经将他们的农场生物排放强度降低了约 20%。报告还指出, 目前农民能够实现的主要改进将继续来自于在农场采用良好的管理做法, 如高效使用饲料和化肥、在特定土地面积上拥有适当的奶牛数量、降低奶牛替代率和确保良好的动物健康。

为了支持农民，恒天然与 113 名农民进行了为期两年的农场温室气体报告试点，并从 2020 年起向所有新西兰农民提供了这项服务。每一份报告都按排放源对特定农场的温室气体估算排放量进行了细分。农民可以利用这些信息来帮助确定他们可以采取的下一步改进措施并确定优先顺序。

同时，恒天然还与多个合作伙伴开展了甲烷减排的研究，比如在澳大利亚进行红海藻的甲烷减排潜力测试，同时监测动物健康、牛奶质量与产量；与麻省理工的科研团队合作，探索农场水平减排的先进技术；与 DSM 合作调查甲烷抑制剂在牧场的使用前景等。

甲烷排放监测方法 及减排技术



当前，甲烷减排的重要意义已经成为各国政府、气候变化相关组织、研究机构和企业的一致。一些国家和地区，以及部分企业已经提出或开始制定具有雄心的甲烷减排目标，而甲烷排放的监测、报告、核证（MRV）等是甲烷减排及相关目标制定的基础。

1. 甲烷监测技术进展

甲烷监测从范围看包括点源监测、设施 / 场站监测、区域监测、洲际和全球监测。而卫星监测可以满足大尺度监测需求，是一种重要的“自上而下”的监测手段，而且正在朝着应用普及化的方向发展。

为加大对油气行业甲烷排放的监管力度，欧美国家发射甲烷监测专用卫星，对能源生产设施和重要天然气管线进行全天候监测，可精确追踪到油田区域任意单井或管道泄漏点，其空间分辨率已达到米级。2016 年，美国宇航局利用地球观测卫星 1 号（EO-1）首次探测到阿利索峡谷一处天然气井泄漏事件。2017 年 10 月，欧洲航天局发射“哥白尼”哨兵 -5P 卫星，强化其全球温室气体监测能力，随后公开披露埃克森美孚公司在美国俄亥俄州发生的一起重大天然气井喷事故。近几年，Kayrros 等商业卫星数据公司在欧洲航天局和国际能源署的支持下建立全球甲烷监测平台，联合推出“甲烷追踪器（Methane Tracker）”项目，对各国重要能源设施甲烷排放情况进行实时监测。

表 1 国际主要油气公司甲烷监测措施

公司	措施
壳牌	1. 使用无人机、其他配备光学气体成像相机的飞机及卫星进行泄漏检测
BP 公司	1. 使用光学天然气成像相机、先进传感器技术的无人驾驶飞机识别泄漏，并及时修复；
道达尔	1. 使用地面红外摄像机、无人机及卫星进行泄漏检测。 2. 为 TADI 全面异常检测的技术在法国建立测试基地
康菲	1. 在作业中增加甲烷检测设备，例如在高产量井和独立压缩站使用光学气体成像相机定期监测程序；

美国能源公司杜克能源 2021 年 8 月 24 日宣布，它正在与埃森哲和微软合作开发一种新技术平台，旨在测量天然气配送系统的实际基线甲烷排放量。该平台将提供近乎实时的数据收集，使杜克能源公司的现场响应团队能够更快地识别和修复甲烷泄漏。

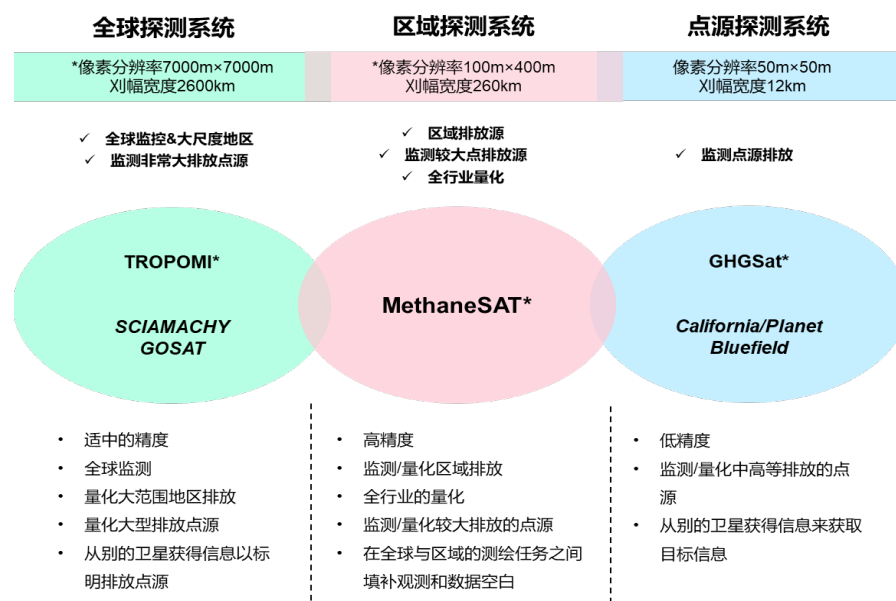
该云托管平台将使用先进的检测方法（如卫星、固定翼飞机和地面传感技术）跟踪和筛选与泄漏相关的数据。新的传感器技术可以检测出当前技术可能无法识别的甲烷排放。杜克能源公司的目标是到 2030 年天然气业务朝着净零甲烷排放努力，而这一新的平台将助力实现这一目标。

作为这项工作的一部分，相关合作公司将从 8 月开始在南卡罗来纳州格林维尔（Greenville）每月利用卫星捕获数据，来进一步提升杜克能源公司识别管道系统甲烷泄漏的技术能力。杜克能源公司预计在 2021 年 10 月前启用这一甲烷监测平台。

该公司于 2020 年开始测试用于检测天然气系统泄漏的卫星，当时它发现与传统的泄漏调查方法（例如空中和地面巡检）相比，卫星检测有可能更准确，而且是定位泄漏源的便捷方法。不过目前并不清楚杜克能源应用的卫星数据是来自于哪颗卫星。

自 21 世纪以来，欧洲、日本、美国、中国先后发射了环境监测卫星，用来监测全球范围内温室气体和大气污染物的排放情况。

EDF 美国环保协会的独立下属机构将于 2023 年秋季发射一颗甲烷卫星 MethaneSAT，数据将免费为非商业用户开放。MethaneSAT 发射后将成为监测精度最高（达到 2ppb）、甲烷数据量化集成性最好的卫星。MethaneSAT 大约每 4 天就会对全球 80% 以上的油气田甲烷排放情况进行量化监测，届时将会成为全球甲烷卫星监测的又一个重要工具。EDF 即将发射的甲烷卫星 MethaneSAT 同其他卫星相比，特点和优势如下。



近年来，中国在甲烷监测卫星和遥感反演模型方面也取得了长足进展，比如 2018 年 5 月发射的高分五号卫星，填补了国产卫星无法有效探测区域大气污染气体的空白；国内已有科研团队开发了高时空分辨率甲烷综合排放清单遥感反演模型，建立了高时空分辨率中国甲烷综合排放清单数据库。但是在能源企业主动应用卫星数据进行甲烷监测方面，还鲜有报道。由于利用商业卫星进行甲烷泄露监测需要付出较高的成本，企业利用卫星监测甲烷缺乏经济利益的驱动，但是对于企业减排目标的实现、ESG 体系建设完善以及企业形象宣传方面都大有裨益。

2. 甲烷减排技术进展

2.1 煤炭甲烷减排技术进展

低浓度瓦斯直燃制热技术能够实现对爆炸浓度范围内瓦斯的直接燃烧，具有安全可靠、成本低廉、热转化效率高等优点。这项技术主要由低浓度瓦斯安全输送、智能混气、安全控制、直燃装置、一体制热等部分组成，有效解决了低浓度瓦斯在燃烧器内发生爆燃、回火等安全难点问题。2021 年在晋能控股集团阳泉市燕鑫煤矿建设的低浓度五煤矿瓦斯直燃供热站项目采用低浓度瓦斯安全燃烧后，通过余热制成高温蒸汽，供矿方采暖、井口保温等使用，项目每年利用排空的低浓度瓦斯 300 万方，按 3 元 / 方的天然气价格计算，相当于节省 900 万元的燃气费用，同时减排二氧化碳 45000 吨。

低浓度瓦斯与煤泥耦合清洁高效利用技术是指利用低浓度瓦斯烘干湿煤泥，实现“化害为利，变废为宝”。具体为利用低浓度瓦斯氧化烟气在烘干机内与煤泥的传热传质，将全水含量 25%–28% 的湿煤泥变成全水含量 12–15% 的干煤泥。干煤泥与电煤配比用作电厂锅炉燃料，借助电厂锅炉和烟气超低排放系统，实现煤泥清洁高效利用。2015 年开展的淮沪煤电项目，由丁集煤矿和田集电厂构成，以 2019 年、2020 年、2021 年三年时间作为统计分析，丁集煤矿低浓度瓦斯烘干煤泥完全成本（含量设备折旧 65 元 / 吨），总成本 4212 万元。如果煤泥直接外销作为散煤使用，丁焦煤矿收入 6944 万元。综合统计，三年工位淮沪煤电有效公司增效 1.4 亿元，三年共利用低浓度瓦斯 1800 万 m³(折纯 CH₄)，减排 23.5 万吨 CO₂。

2.2 油气甲烷减排技术进展

中国石油安全环保技术研究院研发局域分子筛脱水结合 CNG 的页岩气开发试采放空气的回收利用装置并完成现场工业实验，该装置通过建立收集 - 压缩 - 输送集成一体的运输方式，实现了不含硫天然气的回收利用。出口气体损失小于 1.6%（甲烷减排量 98.4%），出口产品压力 20~25MPa，出口温升小于 25℃，出口气体露点降小于 -65℃，单日回收天然气量达到 2.9 万方 / 天，单井天然气放空量从平常的 5~6 万方降低至 1 万方以内。

中国石油长庆油田通过集气管柱 + 强排气能力的抽油泵相结合的油井井下集气混抽工艺管柱，实现油气混输，减少套管气排放。站点研制高压压缩比，免修期长、自动化程度高的增压装置，设计压力为 2.5MPa、输气能力可达 8000 方 / 天，实现伴生气从井口 - 站点 - 联合站（大型站点）的密闭集输，利用该项集输，使套管气回收率有 50% 提升到 85%；伴生气增压装置的最大压缩比由 50% 提高到 85%；伴生气增压装置的最大压缩比由 3 提高到 12。由该技术形成的井下集气混抽装置在长庆油田实现日回收管道气 2653 方，井口套管气排放量降低 87.7%，伴生气密闭回收装置瞬时流量 260 方 / 小时，日外输气量约 6000 方。

2.3 废弃物甲烷减排技术进展

厌氧消化技术是指兼性菌和厌氧细菌在无氧条件下将有机物分解为 CH_4 、 CO_2 、 H_2O 和 H_2S 的技术。厌氧消化技术是最重要的生物质能利用技术之一，它使固体有机物变为溶解性有机物，再将蕴藏在废弃物中的能量转化为沼气用来燃烧或发电，以实现资源和能源的回收。苏州工业园区华衍环境项目采用欧洲先进的高负荷厌氧消化工艺，协同处置餐厨垃圾（含地沟油）、厨余垃圾（农贸市场邮寄垃圾）、过期食品，对餐厨垃圾进行无害化、减量化、资源化和密闭化处理。餐厨垃圾处理一期工程一天约处理 500 吨易腐垃圾。据粗略估算，处理每吨易腐垃圾可减少约 0.75 吨碳排放，同时在处理过程中产生的天然气也会再生利用，每年产生的天然气所提供的热值可替代 7000 吨标煤，同时可实现减排 8000 吨。餐厨垃圾使用热电厂热源供厌氧发酵，发酵后的沼渣进入污泥干化厂干化或堆肥处理制成营养土，产生的沼液预处理后进入污水处理厂，污水厂的中水用于餐厨项目生产，餐厨垃圾厌氧发酵产生的沼气经提纯达到国家二类气标准后接入燃气管网。

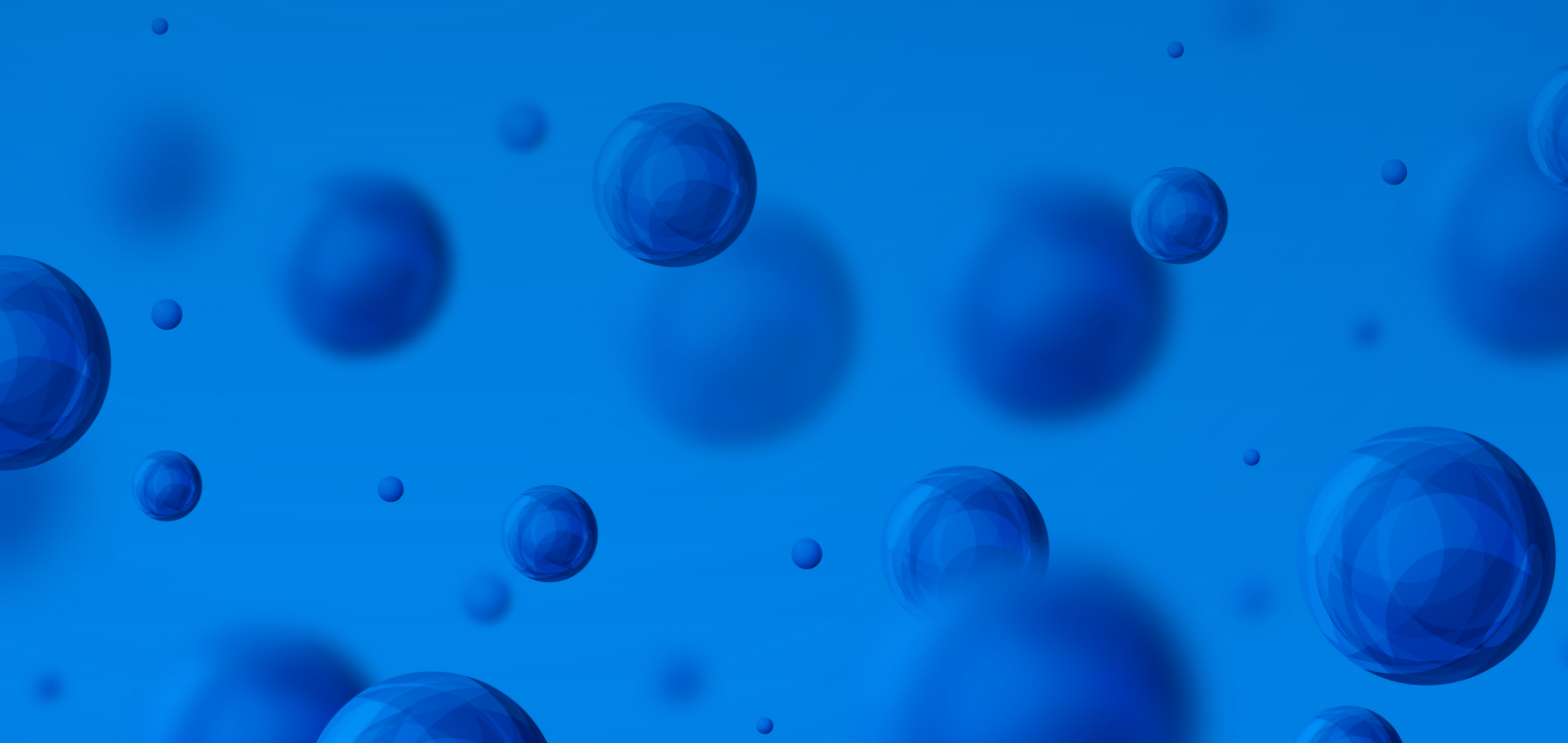
利用好氧颗粒污泥（北控速粒）处理低碳氮比污水技术

该技术实现了低碳氮比污水工程应用中好氧颗粒污泥的快速培养及长期稳定运行。北控水务在此基础上，集成北控速粒和装配式水厂理念，打造了具有可在工程现场快速组装的北控速粒模块化装配式水厂。与传统污水处理厂相比，该产品除具有节约占地、节能降耗等差异化优势外，装配式理念也显著提高污水处理厂建设质量、缩短建设周期、降低施工影响。北控水务在济南建立千吨级生产性验证工程，打造并成功运行首个基于好氧颗粒污泥理念的快速装配式污水处理项目。该项目已实现超 700 天连续稳定运行记录。

2.4 农业甲烷减排技术进展

节水抗旱稻集高产优质，节水抗旱与生态效益于一体。在适宜地区发展节水抗旱稻不仅可降低水稻生产对水资源的依赖，扩大水稻种植范围和面积，有利于保障粮食安全，还变革了传统水稻的种植方式，可显著降低水稻生产的劳动强度以及对环境的负面影响，促进资源节约型和环境友好型“两型”农业的发展。2019 至 2020 年，上海市农科院生态研究团队和上海市农业生物基因中心一起，针对安徽省亳州、蚌埠、滁州、淮南、合肥、安庆、铜陵七个地区种植的节水抗旱稻进行了两年的碳减排效益评估，结果表明，传统水稻种植模式改为节水抗旱稻旱管种植模式后，稻田主要温室气体成分甲烷的排放量降低 97%。虽然淹灌改为旱管模式后，氧化亚氮排放略有增加，但综合温室气体（即包括甲烷和氧化亚氮）减排达 92%。

中国甲烷管控进展



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。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 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 10 月 24 日，《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》强调加强甲烷等非二氧化碳温室气体管控。2021 年 11 月例行新闻发布会上^[18]，生态环境部表示推动控制甲烷排放行动主要有五个方面的安排，其中包括要适时修订煤层气（煤矿瓦斯）排放标准，强化标准的实施；修订温室气体自愿减排机制管理办法和相关方法学，支持具备条件的甲烷减排项目参与温室气体自愿减排交易等。

关于中国甲烷减排潜力，有研究机构进行了估算。根据加州大学伯克利分校法学院和设在该校下的加州中国气候研究所 2021 年 8 月发布的《中国短寿命气候污染物和其他温室气体的减排机会》^[19]，同 2015 年相比，在 10 美元 / 吨二氧化碳当量的减排成本下，中国 2030 年具有成本效益的甲烷减排潜力为 35%-40%，其中，能源领域减排 55%，农业领域减排 20%，废弃物减排 19%。

1. 煤炭

中国是全球煤炭生产第一大国，IEA 的数据表明，2021 年中国煤矿甲烷排放为 2428 万吨，其中动力煤来源为 1556 万吨^[20]，焦煤来源为 778 万吨，其他煤炭来源为 94 万吨。全球能源监测（GEM，为从事能源数据分析的非政府机构）的报告表明，2021 年中国煤矿甲烷排放约为 3850 万吨甲烷^[21]，其中，山西煤矿甲烷排放为 1310 万吨，内蒙古煤矿甲烷排放约为 700 万吨，陕西甲烷排放约为 600 万吨。据 EPA 测算，全球约 70% 的煤炭甲烷减排潜力在中国^[22]。此外，根据劳伦斯伯克利国家实验室和清华大学 2019 年的联合研究^[23]，同 2015 年相比，在减排情境下，中国煤炭领域 2030 年的甲烷减排潜力可以达到 52%。主要的减排措施包括煤炭产量下降以及加强风排瓦斯和抽采瓦斯的利用等。中国自“十一五”起大力推进煤层气（煤矿瓦斯）开发利用，至目前抽采利用水平显著提升，到 2020 年全国抽采量达 216 亿立方米、利用量 133.7 亿立方分别为 2005 年的 9.3 倍、22.5 倍。在煤炭甲烷控排政策趋势方面，中国对煤炭甲烷的关注始于煤矿安全生产问题治理，随着技术水平的提升和发展理念的转变，自上世纪末起逐步由“瓦斯抽放”转向“瓦斯抽采利用”“瓦斯治理与利用并重”，发展至今已基本构建完善了煤层气（煤矿瓦斯）产业政策体系。但整体来看，政策推进效果不及预期，煤矿瓦斯抽采利用率仍待提升，8% 以下的低浓度瓦斯与通风瓦斯利用技术尚不成熟，现有补贴政策趋于弱化，产业内生发展动力不足。

2020 年 9 月 22 日，中国提出“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”，开启了中国应对气候变化新纪元。由于富煤缺油少气的资源禀赋，煤炭在我国能源体系中的压舱石作用依然不会改变，煤炭清洁高效利用成为能源转型的首要任务，同时废弃煤矿治理问题将逐渐凸显，其中甲烷控排是重点工作之一。2022 年 1 月 30 日，国家发展改革委、国家能源局发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制

[18] https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbft/202111/t20211125_961825.shtml

[19] <https://ccci.berkeley.edu/sites/default/files/Opportunities-to-Tackle-SLCPs-for-China.pdf>

[20] <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022>

[21] https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2022/03/GEM_CCM2022_r4.pdf

[22] <https://www.epa.gov/cmop/opportunities-address-coal-mine-methane-emissions-globally#internal->

[23] <https://www.nature.com/articles/s41598-019-52653-0>

和政策措施的意见》，提出要完善煤矸石、矿井水、煤矿井下抽采瓦斯等资源综合利用及矿区生态治理与修复支持政策。2022 年 3 月 23 日，国家发展改革委、国家能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》提出，到 2025 年，煤矿瓦斯利用量达到 60 亿立方米，原煤入选率达到 80%。推广能源开采先进技术装备，加快对燃油、燃气、燃煤设备的电气化改造，提高海上油气平台供能中的电力占比。2022 年 4 月 22 日，国家能源局、科学技术部发布的《“十四五”能源领域科技创新规划》指出，要“集中攻关“建设煤矿地下水、低浓度瓦斯、井下废热等低位热能利用技术示范工程；并示范开展煤系“三气”（煤层气、页岩气、致密砂岩气）综合开发、矿区煤层气分布式经济高效利用技术研究，推进煤矿区煤层气开发与瓦斯治理协同示范。2022 年 8 月 18 日，科技部联合九部委印发的《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》提出要研发煤矿乏风瓦斯蓄热及分布式热电联供、甲烷重整及制氢等能源领域甲烷回收利用技术。

国内煤炭行业甲烷相关政策标准

政策文件	标准要求
《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》	完善煤矸石、矿井水、煤矿井下抽采瓦斯等资源综合利用及矿区生态治理与修复支持政策
《“十四五”现代能源体系规划》	到 2025 年，煤矿瓦斯利用量达到 60 亿立方米，原煤入选率达到 80%。推广能源开采先进技术装备，加快对燃油、燃气、燃煤设备的电气化改造，提高海上油气平台供能中的电力占比。
《“十四五”能源领域科技创新规划》	“集中攻关“建设煤矿地下水、低浓度瓦斯、井下废热等低位热能利用技术示范工程；并示范开展煤系“三气”（煤层气、页岩气、致密砂岩气）综合开发、矿区煤层气分布式经济高效利用技术研究，推进煤矿区煤层气开发与瓦斯治理协同示范。
《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》	研发煤矿乏风瓦斯蓄热及分布式热电联供、甲烷重整及制氢等能源领域甲烷回收利用技术

2. 石油天然气

根据《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》，2014 年中国甲烷排放 5529.2 万吨，其中能源活动排放 2475.7 万吨，占比 44.8%，油气领域排放 112.7 万吨，占比 2%。

中国油气领域甲烷减排目前工作主要围绕在企业层面进行。2021 年 5 月 18 日上午，中石油、中石化、中海油联合国家管网、北京燃气、华润燃气、新奥能源共同发起了“中国油气企业甲烷控排联盟”（下称“联盟”）。联盟成员覆盖了中国油气行业的上、中、下游主要企业，联盟的成立显示出中国油气企业正在积极采取全产业链的甲烷减排行动。2021 年 10 月，十家中国城市燃气企业在北京燃气集团和新奥能源控股有限公司的推动下共同签署了《中国城市燃气企业甲烷控排倡议》，标志着中国城市燃气企业在甲烷控排行动方面迈出了重要的一步。2021 年 12 月 24 日，在 EDF 美国环保协会的支持下，由中国石油大学（华东）、哈尔滨工业大学、重庆大学、山东建筑大学、西南石油大学、青岛科技大学、辽宁科技大学、东北石油大学、山东石油化工学院及河北师范大学 10 所国内高校学者共同倡议筹建的“甲烷减排科学研究联盟”正式启动。甲烷减排科学研究联盟旨在加强相关学术交流与合作，努力促进高校、企业、科研院所在中国石油与天然气等能源行业能源生产、运输、处理、利用等全产业链甲烷排放检测与量化技术研究，制定有效的甲烷减排措施，促进甲烷回收利用和减排技术的发展。

中国油气行业的甲烷管控，从资源的安全回收利用角度上升至气候治理层面。“十三五”时期，中国油气行业甲烷管控的政策要求是从资源回收利用、提高油气田采集率的角度提出加强放空天然气、油田伴生气、管

道维修放空气的回收利用，以及加强天然气泄漏检测；同时，该时期发布了甲烷排放核算方法学，《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）》，该文件首次规定了甲烷排放核算方法，指导油气企业编制温室气体清单。目前我国发布的 200 多种温室气体方法学中，其中有 57 项方法学与甲烷有关，14 项涉及油气行业甲烷排放。进入“十四五”时期，油气行业甲烷管控不断被重视。2022 年 7 月 20 日，生态环境部印发的《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目（二次征求意见稿）》提出应从全流程出发，考虑从原燃料清洁替代、节能降耗技术、余热余能利用、清洁运输方式等方面提出针对性的降碳措施与控制要求。对于油气开采企业应尽量回收或使用火炬处理工艺放空甲烷。对于天然气开采企业，应加强设备泄漏检测，减少甲烷逸散。根据物料平衡、类比等方法，核算降碳措施与控制要求实施后碳减排效果。2022 年 4 月 22 日，国家能源局、科学技术部发布的《“十四五”能源领域科技创新规划》指出要“集中攻关”开发适宜于油气联产的大型柔性气化炉技术、提高甲烷产率。2022 年 3 月 23 日，国家发展改革委、国家能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》提出要加大油气田甲烷采收利用力度。生态环境部发布《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（环综合〔2021〕4 号）文件提出了开展石油天然气等重点行业甲烷排放监测试点；逐步开展 VOCs 甲烷协同治理。在 VOCs 治理中，石化、化工、包装印刷、工业涂装等行业是排放的主体，包括了油气行业生产、传输、存储、使用等环节的甲烷排放。随着国家对 VOCs 治理的进一步重视，《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出着力打好臭氧污染防治攻坚战，“十四五”时期将大力推进 VOCs 治理，从另一个侧面对甲烷管控形成协同减排效果。

中国油气行业缺少明确的甲烷排放标准要求。当前与甲烷排放相关的标准多基于甲烷排放安全及风险管理的角度对煤层气、污水处理厂的甲烷排放进行了规定。环境空气和废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》规定了环境空气甲烷便携式监测仪的方法性指标。《陆上石油天然气开采工业污染物排放标准》（GB 39728—2020）在挥发性有机物协同治理层面从伴生气回收利用、站场放空天然气、天然气处理厂火炬燃烧等方面规定了挥发性有机物排放要求的同时对甲烷的排放提出了协同控制要求，暂未明确提出油气行业甲烷排放标准限值。

国内油气行业甲烷相关的标准

政策文件	标准要求
《中华人民共和国石油天然气管道保护法》	管道泄漏的石油和因管道抢修排放的石油造成环境污染的，管道企业应当及时治理；管道泄漏的石油和因管道抢修排放的石油，由管道企业回收、处理。
《石油天然气开采业污染防治技术政策（环境保护部公告 2012 年第 18 号）》	（1）勘探开发落地原油应及时回收，落地原油回收率应达到 100%；（2）在油气集输过程中，应采用密闭流程，减少烃类气体排放；（3）新、改、扩建油气田油气集输损耗率不高于 0.5%，2010 年 12 月 31 日前建设的油气田油气集输损耗率不高于 0.8%；（4）在开发过程中，伴生气应回收利用，减少温室气体排放，不具备回收利用条件的，应充分燃烧，伴生气回收利用率应达到 80% 以上；站场放空天然气应充分燃烧。燃烧放空设施应避开鸟类迁徙通道。
《环境空气和废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》（HJ 1012-2018）	本标准规定了总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪的主要技术要求、检测项目和检测方法： Ⅰ型仪器性能指标：定量测量重复性，相对标准偏差：≤ 2.0%（甲烷）。线性误差：不超过 ± 2.0% 满量程（甲烷）。Ⅱ型仪器性能指标：相对标准偏差：≤ 2.0%（甲烷）。线性误差：不超过 ± 2.0% 满量程（甲烷）。
《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目（征求意见稿）》	废气污染防治措施：石油开采（含致密油等）建设项目重点关注油井井口伴生气回收措施、站场罐区无组织挥发性有机物收集及处理等环保措施；天然气开采（含页岩气、致密气等）天然气开采建设项目重点关注施工期测试放喷废气、天然气净化厂脱硫废气、锅炉废气处理等相关环保措施。

政策文件	标准要求
《陆上石油天然气开采工业污染物排放标准》（GB 39728—2020）	（1）提出挥发性有机物排放控制要求；（2）其他排放控制要求：对油气田放空天然气应予以回收。不能回收或难以回收的，应经燃烧后放空；不能燃烧直接放空的，应报生态环境主管部门备案。（3）油气集中处理站、天然气处理厂的火炬系统应符合下列规定：a）采取措施回收排入火炬系统的液体；b）VOCs 和天然气进入火炬应能及时点燃并充分燃烧；c）连续监测火炬及其引燃设施的工作状态（火炬气流量、火炬火焰温度、火种气流量、火种温度等），编制监测记录并至少保存 3 年。
《“十四五”能源领域科技创新规划》	指出要“集中攻关”开发适宜于油气联产的大型柔性气化炉技术、提高甲烷产率
《“十四五”现代能源体系规划》	提出要加大油气田甲烷采收利用力度
《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目（二次征求意见稿）》	提出应从全流程出发，考虑从原燃料清洁替代、节能降耗技术、余热余能利用、清洁运输方式等方面提出针对性的降碳措施与控制要求。

3. 农业

国际能源署（IEA）发布的“全球甲烷追踪（Global Methane Tracker）2022”中显示，2021 年全球农业甲烷排放约 1.4 亿吨，是人为甲烷排放量最大的部门。在农业领域，发展气候智慧型农业（Climate Smart Agriculture, CSA）可以通过改变农业生产系统和食品价值链，来实现气候变化情景下的可持续发展和粮食安全。而气候智慧型农业的重要目标之一便是减少甚至消除包括甲烷在内的温室气体排放。据 UNEP 发布的《排放差距报告 2021》，现有的针对性措施在 2030 年前预计可以减少农业部门 20% 的甲烷排放。为减缓和适应气候变化，农业领域应更加积极开展甲烷减排工作。

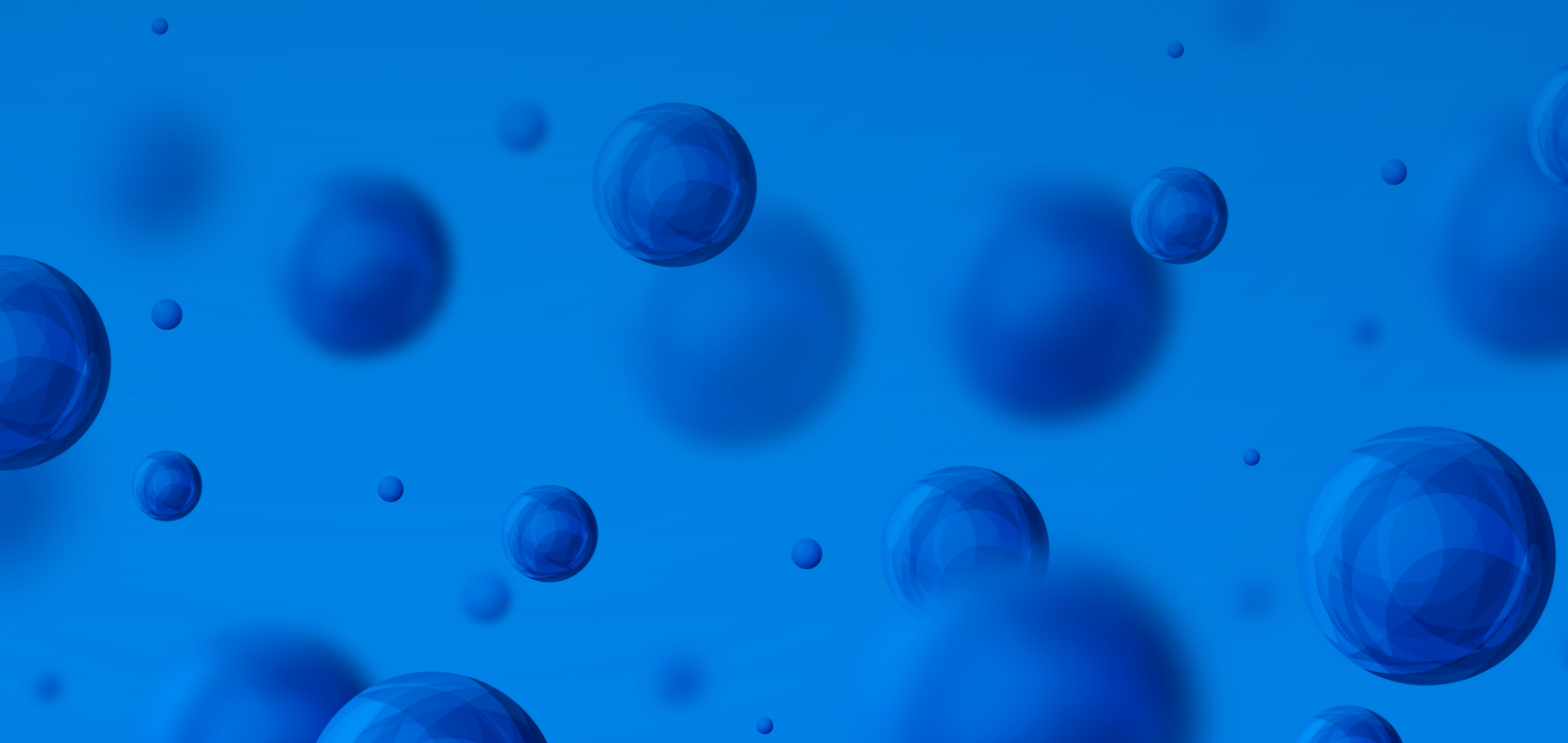
中国政府在 2015 年提交的国家自主贡献方案中承诺“控制稻田甲烷和农田氧化亚氮排放，构建循环型农业体系，推动秸秆综合利用、农林废弃物资源化利用和畜禽粪便综合利用”。近期，国务院、生态环境部与农业农村部等多部门发布了《推进生态农场建设的指导意见》、《农业农村污染治理攻坚战行动方案（2021—2025 年）》《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》《“十四五”奶业竞争力提升行动方案》等系列文件，提出建立健全相关的甲烷排放数据标准体系和生态环境评估准则，推动生态农场建设和科学种养知识的普及，在长期解决农业甲烷减排问题上向前迈出了重要一步。未来，建议尽早出台农业甲烷减排全国纲领性政策；基于中国国情评估 IPCC 报告中列出的应对策略，制定详实的技术和最佳实践清单；完善监管机制，确保农业甲烷减排取得实效。通过这一系列举措，可以为中国农业适应气候变化探索出一条科学发展之路。

4. 废弃物

废弃物处理部门甲烷排放的主要来源是：（1）固体废弃物填埋后的厌氧降解过程中迅速产生的填埋气体（landfill gas, LFG）（2）垃圾焚烧产生的温室气体（3）污水和污泥处理的厌氧处理过程中产生的甲烷、二氧化碳等气体。“十三五”期间，中国加强了废弃物资源化利用和低碳化处置，合理布局了便捷智能的回收及处理设施，科学设置了垃圾收集系统和相关机构，积极开展了垃圾填埋场和污水处理厂的甲烷收集利用行动。“十四五”期间，中国将采取进一步的措施，结合相关规划和政策的制定和落实，推动开展中国废弃物处理领域控制甲烷排放行动：2021 年 2 月 22 日，国务院发布《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”，推进城镇污水收集处理和资源化利用、污泥无害化资源化处置，

推进城镇生活垃圾焚烧发电，减少填埋处理，提高餐厨垃圾资源化无害化处理水平，加强危险废物集中处置能力和医疗废物应急处理能力。2021年11月2日，中共中央国务院发布《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，建议推进实施环境基础设施补短板行动。构建集污水、垃圾、固体废物、危险废物、医疗废物处理处置设施和监测监管能力于一体的环境基础设施体系，形成由城市向建制镇和乡村延伸覆盖的环境基础设施网络。目标到2025年，固体废物和新污染物治理能力明显增强。2021年12月15日，生态环境部联合多部门印发《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》，方案提出，要大力推进固体废物减量化、资源化、无害化，发挥减污降碳协同效应。提高生活垃圾焚烧能力，大幅减少生活垃圾填埋处置，规范生活垃圾填埋场管理，减少甲烷等温室气体排放。推进市政污泥源头减量，压减填埋规模，推进资源化利用。针对农村地区，统筹农业固体废物能源化利用和农村清洁能源供应，推动农村发展生物质能。2022年1月24日，国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》，推进城市生活污水管网建设和改造，实施混错接管网改造、老旧破损管网更新修复，加快补齐处理能力缺口，推行污水资源化利用和污泥无害化处置。目标到2025年，新增和改造污水收集管网8万公里，新增污水处理能力2000万立方米/日，城市污泥无害化处置率达到90%，城镇生活垃圾焚烧处理能力达到80万吨/日左右，城市生活垃圾焚烧处理能力占比65%左右。2022年8月18日，科技部联合九部委印发的《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》提出要研发废弃物领域甲烷回收利用技术。

气候投融资推动 甲烷减排



在全球社会实现低碳转型和适应气候变化的过程中，发展气候投融资和减排交易项目已成为广泛的国际共识。2021 年 11 月例行新闻发布会上，生态环境部表示推动控制甲烷排放行动要支持具备条件的甲烷减排项目参与温室气体自愿减排交易^[24]。

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

1. 绿色信贷

当前，国内绿色投融资支持甲烷减排的主要有绿色信贷、绿色债券政策。结合中国的绿色信贷、绿色债券政策支持的项目，识别支持油气行业绿色投融资项目的类别。

油气行业天然气利用项目纳入了绿色信贷支持范围内。我国绿色信贷发展起步较早，根据总体的绿色信贷政策《绿色信贷指引》，银行业金融机构将信贷资金向绿色经济、循环经济和生态经济等重点领域投放，促进绿色产业发展。在具体绿色信贷统计制度方面，油气行业甲烷利用项目纳入了支持范围。其中，《绿色信贷项目节能减排量测算指引》将清洁化石能源、天然气、煤层气利用项目纳入了绿色信贷项目范围。《绿色信贷实施情况关键评价指标》支持煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、燃气生产和供应业建设和运营阶段的绿色信贷项目。《中国人民银行关于建立绿色贷款专项统计制度的通知》（银发[2018]10 号），即《绿色贷款专项统计制度》支持污水处理、生物质能利用项目、农村沼气建设、天然气等清洁能源发电的工程项目。

绿色产业指导目录和绿色债券支持天然气利用项目。《绿色产业指导目录（2019 年版）》支持的绿色产业项目涉及油气行业甲烷绿色发展产业项目包括挥发性有机污染物（VOCs）处理、伴生天然气能源矿产资源综合利用、油气运输系统油气回收与综合整治、天然气输送储运调峰设施建设和运营、绿色服务项目。《绿色债券支持项目目录 2021》删除了与化石能源相关的“燃煤电厂超低排放改造”、“非常规油气勘察开采装备制造”、“海洋油气开采装备制造”、“煤层气（煤矿瓦斯）抽采利用设施建设和运营”等项目。支持天然气利用项目的绿色发展，包括天然气热电冷三联供、天然气输送储运、城镇集中供热用天然气替代散煤、伴生气天然气利用、天然气动力船舶等项目；以及矿产资源综合利用的绿色发展，包括伴生天然气、低浓度瓦斯等能源伴生矿产资源、低品位伴生资源的开发或回收综合利用。

绿色产业指导目录、绿色债券支持项目名录（涉甲烷）

大类	一级分类	二级分类	三级分类
节能环保产业	先进环保装备制造	大气污染防治装备制造	挥发性有机污染物（VOCs）处理装备制造、温室气体减排技术装备制造及贸易
		环境监测仪器与应急处理设备制造	大气生态环境监测及检测仪器仪表、环境应急检测仪器仪表、环境应急装备等设备制造及贸易
	新能源汽车和绿色船舶制造	绿色船舶制造	天然气动力船舶制造
	资源循环利用	矿产资源综合利用	伴生天然气能源矿产资源综合利用

[24] https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbt/202111/t20211125_961825.shtml

大类	一级分类	二级分类	三级分类
	产业园区绿色升级	园区重点行业清洁生产改造	石油石化行业园区清洁生产改造
清洁生产产业	生产过程废气处理处置及资源化综合利用	挥发性有机物综合整治	石化企业挥发性有机物治理、有机化工园区综合整治、油气运输储备系统（如加油站、油罐车、储油库）油气回收及综合治理
	清洁能源高效运行	天然气输送储运调峰设施建设和运营	天然气长输管道、储气库、支线管道、区域管网，以及液化天然气（LNG）接收站等天然气输送、储运、调峰设施建设和运营，以及甲烷泄漏检测与修复装置配备
清洁能源产业	清洁能源高效运行咨询服务	分布式能源工程建设和运营	天然气热电冷三联供等分布式能源工程建设和运营
		绿色咨询服务	绿色产业项目方案设计服务
绿色服务	咨询服务运营管理服务	绿色咨询服务绿色运营管理服务	绿色产业项目技术咨询服务
			清洁生产审核服务
			能源管理体系建设
	监测检测	监测检测服务	企业环境监测
	监测检测	监测检测服务	生态环境监测
			能源在线监测系统建设

2. 绿色投融资

转型金融支持高碳行业企业的转型“过渡”活动的投融资。国际上转型金融虽然尚未形成统一标准，但逐步形成基本共识并开展了初步应用。其中，《欧盟可持续金融分类目录》的补充法案承认天然气相关活动在过渡生活中的具体作用，并针对天然气发电利用活动的温室气体排放标准、获得建设许可证时间、使用减排技术、措施提出了要求。绿色金融体系内，国内的高碳企业无法获得绿色金融融资支持，企业逐渐开始探索绿色金融市场之外的高碳企业。我国转型金融发展仍处于起步阶段，相关政策支持匮乏，当前的转型金融产品品类和数量较少。2021年，中国银行成功发布了境外50亿人民币双币种等值转型债券（Transition Bond），募集资金用于支持天然气热电联产项目、天然气发电及水泥厂余热回收项目，支持传统行业向低碳或零碳转型。国内银行间交易商协会推出可持续发展挂钩债券（SLB），SLB是将债券条款与发行人可持续发展目标相挂钩的债务融资工具，一定程度上可帮助企业拓宽可持续发展的融资渠道。

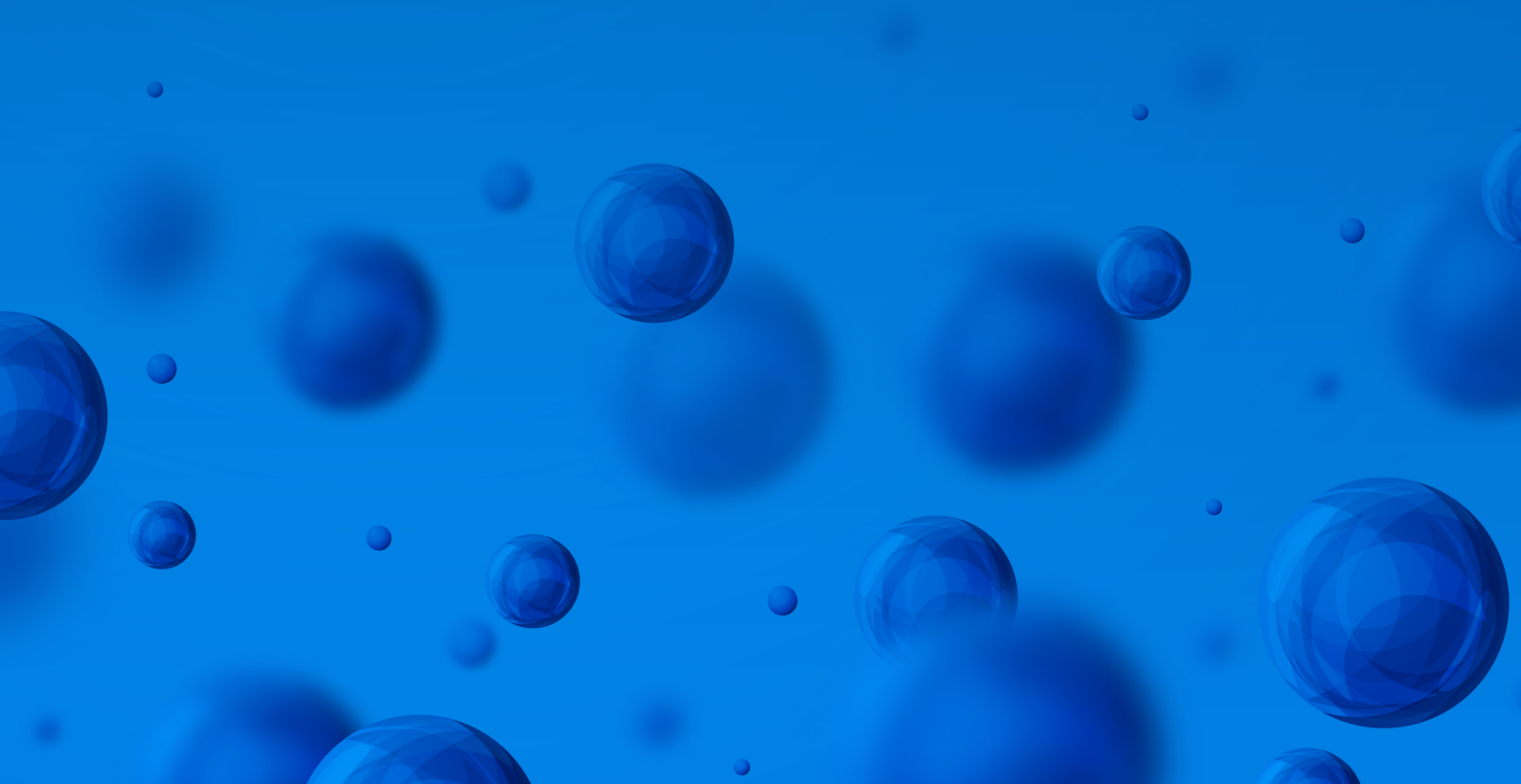
转型金融国内进展与实践

时间	机构	转型金融实践
2021年初	中国银行	公布《转型债券管理声明》，希望借鉴国际最新气候转型金融经验和建议，通过发行转型债券，帮助客户实现碳减排目标。
2021.1	中国银行	成功发行境外50亿人民币双币种等值转型债券，中国发行交易包括5亿3年期美元和18亿2年期人民币，是全球首单遵循ICMA《气候转型金融手册》的转型债券。
2021.4	国内银行间交易商协会	推出可持续发展挂钩债券，介绍了与该产品有关的问题，是在国际《可持续发展挂钩债券原则》的基础上建立，并汇总整理了《可持续发展挂钩债券（SLB）十问十答》，额外提出符合国内实际的发行要求。

3. 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。甲烷是全球仅次于二氧化碳的第二大温室气体，碳排放权交易机制作为应对气候变化重要机制之一，也被广泛应用于甲烷减排实践。2021年，生态环境部发布的《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》提出，在自愿减排核证方面，国家鼓励企业事业单位在我国境内实施可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目，实现温室气体排放的替代、吸附或者减少。重点排放单位可以购买经过核证并登记的温室气体削减排放量，用于抵销其一定比例的碳排放配额清缴。

结论与建议



1. 设计符合国情的减排方案，加强对减排潜力的研究

目前，欧盟和美国在甲烷减排方面都已经建立了较为清晰的政策框架，中国可以借鉴相关经验采取以下措施尽快出台甲烷减排行动方案，向世界宣示中国甲烷减排的决心，并展示中国方案。做好顶层设计，适时提出符合中国国情的甲烷总量控制目标、减排目标和实施路径。在制定减排目标时，明确政策、成本、技术等边界条件，梳理不同甲烷排放部门的控制技术的可得性和成本，依据经济可行性和技术可得性设定甲烷减排的目标，使减排目标具有实际指导意义，同时相关实现措施要具备可操作性。在减排目标和方案提出后，要加强对各领域甲烷减排实施路径的研究并出台相关政策。

2、完善法律法规体系建设，提升监管能力，加强执法力度

对中国甲烷管控政策、法规和计划进行梳理，协助中国制定甲烷减排的实际行动。逐步建立完善、分领域差异化的甲烷减排政策体系。根据技术的经济性和可得性不同，对能源、农业和废弃物领域采取差异化的政策；通过建立、完善相关的法律法规推进减排。能源领域，要建立起相关的甲烷排放和监测标准以及报告体系，加强煤炭行业甲烷排放的监测和减排路径研究并修订瓦斯禁排标准，制定明确的油气领域甲烷排放标准要求；农业领域，尽早出台农业甲烷减排全国纲领性政策；城市废弃物领域，加强生物质能源利用。研究，提出切实可行的建议或未来重点关注的方向。

3、进一步通过经济手段推进甲烷减排

除政策法规手段外，经济手段是推动甲烷控排的重要抓手，而详实的减排成本效益分析是制定相关经济手段政策的基础。建议加大对甲烷控排领域可以应用的基于市场的激励机制、绿色投融资手段、贸易环节涉及的市场准入问题的研究，提出切实可行的建议或未来重点关注的方向。对煤炭、废弃物等甲烷减排潜力和减排量都比较大的领域加强减排措施以及扶持政策的研究，适当加强政策扶持力度，如加强对煤层气的补贴政策、提高抽采浓度（> 30%）的企业在财政补贴、税收减免、抽采利用工程建设等方面给予财政倾斜；加强对浓度在8%以下的煤矿瓦斯以及通风瓦斯的支持；对低浓度瓦斯和煤泥清洁高效利用进行行政约束和财税支持。

4. 加强 MRV 体系建设，提升监测水平

透明、完整和有效的数据是进行甲烷管控的基础。重视甲烷排放数据的监测、核查，提升数据透明度，并推动相关平台和工具的建设；对甲烷排放监测和统计采用“自下而上”、“自上而下”相结合的方式，优化模型，提升甲烷排放数据的准确性；加快、加频国家和升级清单编制；完善与国际接轨的核算 / 测标准体系；建立企业温室气体报告制度。在卫星监测甲烷排放方面，要加强相关卫星设备的研发，提高设备精度加强卫星数据分析、利用、共享平台的建设；要加强对高校、科研机构 and 企业的培训，加强卫星数据的利用或做好相关准备；建立、完善卫星监测、数据利用和发布相关的监管机制。

5. 加强减排技术的研发和应用

在鼓励技术创新和推广最佳实践方面，建议梳理前沿技术和最佳实践的清单，并对鼓励技术创新和推广最佳实践的机会和挑战进行分析，提出相关建议。例如，加快风排瓦斯氧化利用技术、低浓度瓦斯和煤泥清洁高效利用技术的攻关。通过采用石油天然气甲烷伙伴关系 OGMP 标准来持续降低油气行业甲烷排放强度。开展煤炭及油气行业甲烷利用项目示范，在实践过程中加强应用。推广先进实践经验在甲烷的能源化利用方面，提高污水处理设施的处理效率，发展垃圾发电技术（如厌氧消化 + 沼气利用），更新城镇污水收集管网系统、取消化粪池、加大污泥等有机废物资源化利用技术的研发和应用。

6. 加强甲烷减排的国际交流与合作

在 IPCC 最新评估报告发布、国际甲烷减排合作加深的背景下，甲烷减排得到了政府和行业的空前重视，全球甲烷减排开启了新篇章。中国在这一过程中可以采取更加积极主动的姿态，在甲烷减排领域做出更大的贡献。为此，提出如下建议：对话交流层面，开展中、美、欧的对话与交流；树立务实行动形象。加强与国际甲烷排放平台（IMEO）、全球甲烷行动倡议（GMI）、油气行业气候倡议组织（OGCI）、油气甲烷伙伴关系（OGMP）、气候与清洁空气联盟（CCAC）等国际甲烷减排合作机制上的协作，共同推动全球甲烷减排。GMI 成立较早，在煤炭甲烷减排领域开展了诸多工作可以进一步加强对 GMI 的重视，同时积极参与并主动应对与国际组织的合作，扩大在这些组织中的影响力。

加大中国甲烷减排行动的国际宣传，通过组织和参与国际会议，展示积极开展甲烷减排行动的强烈意愿。中国应识别在甲烷排放领域的减排优势，总结经验和技术特长，通过包括一带一路合作平台、南南合作机制，推广甲烷减排经验和技術，助力全球甲烷减排目标的实现。中国是全球最大的天然气进口国，中国应该利用能源进口大国的地位，加强与欧盟、日本、韩国等天然气进口大国现有的合作机制，包括“中日韩+X合作”机制，推动上游油气出口国的甲烷控制。

