

国外甲烷管控政策进展及对中国的启示

贾国伟¹, 许 邦², 符书辉³, 彭雪婷¹, 杨 念¹, 王顺兵¹

1. 中国21世纪议程管理中心, 北京 100038;

2. 北京工业大学环境与生命学部, 北京 100124;

3. 中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院, 北京 100083

摘 要: 甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体, 近年来, 甲烷管控引起国际社会的高度重视。从能源、农业和废弃物处置等3个领域梳理国外甲烷管控政策, 深入分析中国甲烷管控面临的机遇和挑战, 并基于甲烷排放监测、减排技术、管控政策和国际合作等角度提出中国甲烷管控启示。研究结果对有序推进甲烷管控工作、更好地应对气候变化、服务生态文明具有参考意义。

关键词: 甲烷; 温室气体; 管控政策; 减排技术; 国际合作

中图分类号: F410 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2023.04.009

人类工业化以来, 随着化石能源燃烧排放大量温室气体, 地球大气层中温室气体浓度快速增加, 造成全球温度不断升高, 给人类赖以生存的生态系统带来不可挽回的破坏^[1]。在前期的温室气体研究工作中人们主要关注二氧化碳^[2-4], 直到20世纪七八十年代, 甲烷等非二氧化碳温室气体才开始得到系统性关注, 其对全球平均温升的贡献已不可忽视^[5]。《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》显示, 2014年中国温室气体的排放总量(LULUCF)为111.86亿t二氧化碳当量, 其中非二氧化碳温室气体(包括甲烷)的占比近20%^[6]。

考虑到甲烷带来的温室效应以及甲烷排放造成的环境污染和生产生活事故问题, 许多国家在制定节能减碳行动规划时, 逐步将甲烷纳入管控范围。在2021年的《联合国气候变化框架公约》第二十六次缔约方大会中, 100多个国家加入了“全球甲烷承诺”(Global Methane Pledge)^[7]。2021年11月, 中美发布了《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》, 两国提出将加大甲烷管控力度, 并制定了一系列行动措施^[8]。

目前学者对国内外各领域甲烷减排技术有一定研究^[9-10], 但对甲烷管控政策分析, 特别是对国外典型国家和国际组织等的甲烷减排政策和路径研究还不够深入。本文从能源、农业和废弃物3个领域梳理全球甲烷管控政策, 分析中国甲烷管控政策的发展, 并深入研究中国甲烷管控目前面临的机遇和挑战, 得到甲烷管控启示。研究结果对有序推进甲烷管控、更好地应对气候变化和服务生态文明具有重要意义。

1 国外甲烷管控政策

1.1 能源行业甲烷管控政策

欧盟在2020年10月出台《欧盟甲烷战略》(EU Methane Strategy)^[11], 提出了欧盟及国际范围内降低甲烷排放的方法措施, 主要涵盖能源、农业及废弃物处理等领域。其中, 在能源方面欧盟特别重视甲烷泄漏问题, 将进一步完善天然气基础设施泄漏检测与维修, 同时考虑通过立法来禁止常规的燃烧与排放。2021年12月, 欧洲议会和理事会通过《能源部门甲烷减排的条例》[Proposal

第一作者简介: 贾国伟(1989—), 男, 副研究员, 主要研究方向为科技管理。

收稿日期: 2022-12-14

for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Methane Emissions Reduction in the Energy Sector and Amending Regulation (EU) 2019/942], 进一步明确了能源部门的减排目标^[12]。

美国在能源领域的甲烷排放主要来自石油、天然气行业以及煤炭行业。2022年美国更新了《甲烷减排行动方案》^[13], 提出2030年比2005年减排甲烷有害排放和能源浪费87%的目标, 将新投入200亿美元用于甲烷减排。美国环保署支持石油和天然气作业中的甲烷监测和减排, 探索开展对超排放的甲烷征收污染排放费; 美国能源部设立了专门“补救”项目(Reducing Emissions of Methane Every Day of the Year, REMEDY)支持研究机构开展技术研发, 美国内政部支持22个州开展废弃煤矿的甲烷治理。

2007年澳大利亚政府发布的《国家温室气体和能源报告法案》(National Greenhouse and Energy Reporting Scheme)^[14], 建立了一个国家性框架, 要求澳大利亚企业报道温室气体排放量和能源消耗量, 涉及甲烷、氧化亚氮和含氟气体等非二氧化碳温室气体。该法案于2014年进行了修订, 以建立一个保障机制, 要求澳大利亚温室气体排放量较大的数个机构将其净排放量保持在基线或排放限值以下。

2016年6月, 北美三国(加拿大、美国和墨西哥)建立了“北美气候、清洁能源和环境伙伴关系”, 并通过“北美气候、清洁能源和环境伙伴关系行动计划”^[15], 承诺与北美其他国家共同推进温室气体减排, 包括承诺制定和国家甲烷战略实施, 指出改进排放量化、解决关键来源排放的重要性。2022年3月, 加拿大发布《2030减排计划——加拿大清洁空气和强劲经济的下一步工作》(2030 Emissions Reduction Plan - Canada's Next Steps for Clean Air and a Strong Economy)^[16], 计划2030年将石油和天然气甲烷的排放量降低至少75%。

2022年6月, 欧盟、美国与其他11个国家首次提出“全球甲烷承诺能源路径”(Global Methane Pledge Energy Pathway)计划^[17], 以强化石油和天然气的甲烷管控, 推动应对气候变化, 保障全球能源安全。欧盟、日本通过制定国际监测和核查标准、提供技术援助和投资等措施减少石油和天然气生产与消费整个价值链的甲烷排放。

1.2 农业甲烷管控政策

在农业领域, 欧洲的减排思路主要是规范引导农业控排、激励绿色生产、推动技术创新^[18]。欧盟主要在加强全生命周期甲烷排放核算、发展减排技术、编制最佳减排实践和技术清单等方面制定政策。

美国农业甲烷管控行动计划主要聚焦在粪便管理这一环节。具体政策有鼓励农场主和牧场主安装或升级设备、采用新技术改善粪便管理等, 如环境质量奖励、保护管理等计划。美国农业部支持的甲烷管控计划和农村商业合作服务计划, 可为农场主提供赠款、担保贷款和技术援助, 以支持厌氧消化器项目。此外, 美国启动了“气候智慧”伙伴关系倡议, 并出台了一系列甲烷减排举措。

英国政府于2021年启动了农业投资基金, 支持低碳农业和技术创新, 投资设备、技术和基础设施以提高盈利能力、造福环境并支持碳减排。2021年, 日本在《绿色增长战略》中提出打造智慧农业、林业和渔业, 助力2050碳中和目标实现^[19]。2022年, 巴西政府正式宣布“适应气候变化和低碳排放的农业可持续发展部门计划(2020—2030)”(ABC+计划), 旨在帮助农业、畜牧业进一步解决气候变化问题^[20]。

1.3 废弃物处理领域甲烷管控政策

欧盟在废弃物处理领域制定了一系列法律 and 标准, 强调源头管控与末端治理, 如修改废水处理标准及废弃物管理方面的立法, 颁布“城市废水处理指令”和“污泥处理指令”。2018年欧盟对废弃物法规进行了修订, 提出到2024年要实现可生物降解废弃物(厨余垃圾、固体废弃物等)全部分类收集, 重新评估关于垃圾填埋的相关立法, 以及到2035年废弃物垃圾填埋比例不超过10%的目标。

依据《清洁空气法案》, 美国环境保护署负责制定本国的废弃物填埋的甲烷管控政策, 将填埋气收集并进行火炬燃烧的比例提高到70%。2016年, 美国环境保护署发布了修订的大型填埋场减少填埋气排放的指南, 降低了安装填埋气收集和控制系统的排放门槛, 要求填埋场尽早开始收集和控制填埋气。2021年, 美国针对减少大型城市垃圾填埋场的甲烷排放确立了一项新计划, 为没有“州或部落执行计划”地区的填埋场确立了标准。此外, 美国

环境保护署还制定了自愿性“填埋场甲烷推广计划”, 该计划的目的是推广填埋气能源利用项目。

2018年12月, 英国政府发布了国家资源及废弃物战略——《我们的废弃物, 我们的资源: 英国战略》(Our Waste, Our Resources: A Strategy for England), 确定了废弃物处置的目标和方向, 承诺将城市废弃物回收率提高到65%, 并确保2035年填埋城市垃圾比例低于10%^[21]。南非政府环境事务部于2010年制定了《国家废弃物管理战略》(The National Waste Management Strategy, NWMS), 该战略采用“避免产生—重复使用—回收利用—能源利用—最终处置”废弃物管理层次结构, 按照优先顺序实施活动可能有助于减少材料生命周期的排放^[22]。

1.4 国外甲烷管控政策分析

对国外主要国家当前的甲烷管控政策进行分析, 发现其具有以下侧重点。第一, 重视建立基础监测体系, 为甲烷管控提供数据基础。甲烷气体的有效管控需要准确的排放数据作为政策制定依据, 目前欧美国家在甲烷监测行业处于较为先进的水平。在利用联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)推荐的计算方法和排放因子等基础上, 将移动监测、卫星监测等先进技术运用于甲烷监测中。第二, 重视制定行业标准及规范, 为甲烷管控提供实践指南。1988年, 联合国大会支持联合国环境规划署(UNEP)和世界气象组织(WMO)设立了IPCC, 甲烷管控在1990年联合国政府间气候变化专门委员会《第一次评估报告》中就被关注, 目前许多国家和国际组织已经梳理总结了关于甲烷气体管控的相关标准体系和规范, 在甲烷气体的管道运输、应急抢修作业、气体储存排放与回收等环节中都制定了明确的标准与规范。第三, 重视甲烷管控科技创新。国外主要国家的甲烷管控政策重视在技术方面加大投入, 提高甲烷管控的技术水平。如目前欧美国家在甲烷检测技术、量化监测技术等方面都具有较好的基础。

同时, 本研究比较发现国外不同国家之间的甲烷管控政策具有以下特征^[22]。在一致性方面, 主要国家都普遍积极寻求国际甲烷减排合作。2021年, 政府间气候变化专门委员会发布的第六

次评估报告的第一工作组报告强调了甲烷减排对于在短期内减缓气候变暖速率具有重要作用。在差异性方面, 尽管国外主要国家对甲烷管控具有一致性认识, 但在生产活动水平、甲烷排放控制水平、甲烷排放核算方法3个方面还存在差异。这些差异产生于各国不同的资源禀赋和技术水平, 对全球甲烷管控的效果也会产生影响。

甲烷减排与能源、农业、废弃物处理等产业链密切相关, 国外主要国家的甲烷管控政策也具有一定的国际竞争属性, 需要理性看待。这些政策的提出包含这些国家以及国际组织通过推动全球甲烷管控提高本国在世界各国竞争中的竞争力, 同时限制其他国家发展的目的。

2 中国甲烷管控政策发展及挑战

2.1 中国甲烷管控政策发展

近年来, 甲烷等对温室效应的影响越来越引起关注, 中国政府制定了一系列政策用以推动甲烷管控, 实现总体甲烷管控, 涉及能源、农业、废弃物处置和国际合作等。

能源行业的甲烷排放是中国甲烷排放的主要来源之一, 涉及油气行业和煤炭行业。2012年, 中国发布了《石油天然气开采业污染防治技术政策》, 分别针对煤层气行业和油气行业在清洁生产、生态保护、污染治理等方面提出甲烷管控的要求与指标^[23]。2014年, 中国发布的《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》指出要重点突破煤层气和页岩气的抽采利用; 在石油天然气及煤炭生产领域首次规定了企业级的温室气体排放报告指南及核算方法, 该指南分别对石油天然气生产企业的碳排放权交易、企业温室气体排放报告制度、温室气体排放统计核算体系和煤炭生产企业准确核算与规范报告温室气体排放量等做出明确的规定。

“十三五”期间, 《“十三五”控制温室气体排放工作方案》《煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十三五”规划》《产业结构调整指导目录(2019年本)》等政策强调优化利用化石能源, 积极开发利用天然气、煤层气、页岩气, 鼓励煤矿瓦斯抽采与利用, 加强放空天然气和油田伴生气回收利用。多家石油、天然气相关企业共同成立“中国油气企业甲烷控排联盟”, 致力于提升甲烷排放管控水平,

加强甲烷监测体系建设,推进全产业链甲烷控排行动^[23]。

在农业方面,中国政府承诺控制稻田甲烷和农田氧化亚氮排放^[24]。2021年,中国在《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》中提出,全国排放权交易市场将包含林业领域的温室气体自愿减排项目。在中美格拉斯哥联合宣言中提出,为减少农业甲烷排放,将采取相应的激励措施。中国也将通过“一带一路”倡议中的农业合作影响更多的国家,为甲烷减排做出贡献。

中国现阶段还未发布专门针对废弃物领域甲烷管控的政策、法规等,目前在固体废弃物、废水等管理办法中涉及甲烷管控相关内容的主要包括处理费征收管理办法、运输和处置管理办法、生活废弃物管理规定、加强城市生活垃圾处理工作的实施意见、城镇污水处理厂运行监督管理办法等。

随着中国“双碳”“1+N”政策体系的总体部署,其发布了《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》《2030年前碳达峰行动方案》《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030)》《中国应对气候变化的政策与行动》《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》等一系列举措,持续推进甲烷管控工作。

2.2 中国甲烷管控面临的机遇和挑战

为积极应对气候变化国家战略,中国甲烷管控在政策层面提升到了一个新的高度,并受到全社会的广泛关注,因此甲烷管控技术也迎来了前所未有的机遇,有望在法律法规与市场资金的支持下,进入快速发展期。目前,中国甲烷管控迎来的机遇主要体现在:首先,中国甲烷管控将获得更多的政策关注,得到国家层面的政策支持,中共中央、国务院通过发布政策对甲烷等非二氧化碳温室气体管控提出要求,“十四五”规划提出要加大对甲烷、氢氟碳化物、全氟化碳等其他温室气体的控制力度。其次,近年来中国在煤炭瓦斯抽采与利用等方面形成了一批具有自主知识产权的甲烷管控技术,奠定了行业快速发展的基础。甲烷管控时间紧、任务重,迫切的减排需求将拉动减排技术的快速发展升级。中国甲烷管控符合国家经济社会转型方向,有助于带动绿色循环经济的发展。

中国甲烷管控也面临着挑战。首先,甲烷监

测基础较为薄弱。由于长期以来关注度不足,许多行业对甲烷的排放监测并不完善;甲烷排放数据管理体系不完备,最近一次国家信息通报的数据为2014年数据,核算方法和数据质量有待提升;甲烷的固定和移动排放源点多面广,目前尚未形成及时有效的甲烷排放协同管控机制。随着“双碳”工作的不断深入,甲烷监测将进入快速发展期。其次,甲烷管控技术无法满足未来减排需求。对低浓度甲烷利用的技术支撑不够,有效利用的手段不足;目前成熟的技术手段长远来看难以实现甲烷深度减排,需颠覆性技术的支撑才可能实现深度减排;在监测技术方面,虽初步具备甲烷卫星遥感监测能力,但在专用卫星载荷、数据处理和应用系统建设等方面存在短板,无法满足监测需求。最后,甲烷管控缺乏资金支持和普遍关注。甲烷管控缺乏激励机制和相关政策支持,加之公众对甲烷管控科学认识相对缺乏,导致企业主动开展甲烷管控的积极性不高;甲烷管控没有类似二氧化碳减排的交易市场,市场的调节机制发挥不够;甲烷管控的成本收益分析不够科学,金融机构、投资公司等专门针对甲烷减排的投资不足。

3 启示

结合国外甲烷管控政策和中国甲烷管控工作面临的机遇及挑战,总结对中国甲烷管控的启示主要包括:

(1) 加快健全甲烷排放监测、报告与核查(MRV)标准体系。建议通过加强重点行业甲烷排放监测试点,开发新的针对不同行业的数据整理和分析方法,建立健全符合中国特点的甲烷排放估算模型,提升数据的科学性和时效性,构建中国甲烷排放数据库和标准体系,形成科学合理的甲烷排放监测、报告与核查体系。

(2) 加大卫星遥感技术研发力度,开展甲烷监测综合平台建设,探索甲烷监测卫星数据接收、处理、应用、服务一体化管理机制,构建具有中国自主知识产权的甲烷等温室气体卫星监测综合平台,提升对甲烷排放的全球监测能力,全面应对气候变化工作。

(3) 加强监测和减排技术、标准及数据的国际共享,结合重点行业特点,以甲烷等非二氧化碳

温室气体减排科技交流为抓手, 扩大国际合作, 形成良好实践案例。与相关国家共同开展甲烷等非二氧化碳温室气体减排技术研发与推广应用, 拓宽双边和多边合作领域, 加大应对气候变化国际科技合作力度。■

参考文献:

- [1] 李俊峰. 做好碳达峰碳中和工作, 迎接低排放发展的新时代 [J]. 财经智库, 2021, 6(4): 67-87, 142.
- [2] 刘永强, 赵晓明, 张文敬. 浅谈二氧化碳减排技术现状及研究进展 [J]. 纯碱工业, 2022(4): 3-7.
- [3] 万芸菲, 崔阳阳, 吴雪芳, 等. 京津冀区域二氧化碳排放特征及其与大气污染物协同减排潜力分析 [J]. 首都师范大学学报 (自然科学版), 2022, 43(4): 46-52, 74.
- [4] 樊立安, 张东明. 我国能源领域二氧化碳排放研究 [J]. 低碳世界, 2022, 12(4): 99-101.
- [5] 褚艳. 甲烷减排: 另一个必须完成的任务 [J]. 中国石油和化工产业观察, 2021(5): 16-18.
- [6] 国家信息通报. 中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告 [R]. 北京: 国家气候战略中心, 2018.
- [7] The COP 26 UN Climate Change Conference, UNFCCC COP26. Global Methane Pledge[R/OL]. [2022-11-01]. <https://www.globalmethanepledge.org/>.
- [8] 中华人民共和国中央人民政府. 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 [EB/OL]. [2022-11-01]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-11/11/content_5650318.htm.
- [9] 张博, 李蕙竹, 仲冰, 等. 中国甲烷减排面临的形势、问题与对策 [J]. 中国矿业, 2022, 31(2): 1-10.
- [10] 贾国伟, 许邦, 邵壮壮. 基于 CiteSpace 的甲烷管控技术研究进展和热点分析 [J/OL]. [2022-11-01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1062.TD.20220920.1650.002.html>.
- [11] European Commission. EU Methane Strategy[R/OL]. [2022-10-26]. <https://www.caro.ie/news/eu-methane-strategy>.
- [12] European Commission. Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on methane emissions reduction in the energy sector and amending regulation (EU) 2019/942[EB/OL]. (2021-12-15)[2023-03-09]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A805%3AFIN>.
- [13] The White House. Delivering on the U.S. methane emissions reduction action plan [EB/OL]. [2022-11-20]. <https://whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/US-Methane-Emissions-Reduction-Action-Plan-Update.pdf>.
- [14] Australian Government. National Greenhouse and Energy Reporting Scheme[R/OL]. [2022-10-26]. <https://www.dcccew.gov.au/climate-change/emissions-reporting/national-greenhouse-energy-reporting-scheme>.
- [15] 人民网. 北美三国建立气候、清洁能源和环境伙伴关系 [EB/OL]. [2022-11-01]. <http://world.people.com.cn/n1/2016/0630/c1002-28512560.html>.
- [16] 陈洁. 加拿大发布《2030 年减排计划》[J]. 中国林业产业, 2022(4): 56.
- [17] The United States, European Union, Argentina, et al. Global methane pledge energy pathway[R/OL]. [2022-10-26]. <https://www.iea.org/policies/15806-global-methane-pledge-energy-pathway>.
- [18] 张岑, 李伟. 欧美甲烷减排战略与油气行业减排行动分析 [J]. 国际石油经济, 2021, 29(12): 16-23.
- [19] 中国科学院科技战略咨询研究院. 日本《绿色增长战略》提出 2050 碳中和发展路线图 [EB/OL]. [2022-10-26]. http://www.casid.cn/zkcg/ydkb/kjqykb/2021kjqykb/202102/202103/t20210322_5981073.html.
- [20] 中华人民共和国商务部. 巴西政府正式推出“国家绿色增长计划” [EB/OL]. [2022-10-26]. <http://br.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202110/20211003212662.shtml>.
- [21] British Government. Our waste, our resources: a strategy for England[R/OL]. [2022-10-26]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/765914/resources-waste-strategy-dec-2018.pdf.
- [22] Department of Environmental Affairs. The national waste management strategy (NWMS)[R/OL]. [2022-11-01]. <https://www.dffe.gov.za/projectsprogrammes/workingonwaste>.
- [23] 薛华. “碳中和”背景下中国油气行业 CCUS 业务发展策略 [J]. 油气与新能源, 2021, 33(3): 67-70.
- [24] 新华社. 强化应对气候变化行动: 中国国家自主贡献 [EB/OL]. [2022-11-01]. <http://politics.people.com.cn/n/2015/0630/c70731-27233170.html>.

Progress of Foreign Methane Control Policies and Its Enlightenment to China

JIA Guowei¹, XU Bang², FU Shuhui³, PENG Xueting¹, YANG Nian¹, WANG Shunbing¹

1. The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038;

2. Faculty of Environmental and Life, Beijing University of Technology, Beijing 100124;

3. School of Emergency Management and Safety Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083

Abstract: As the second most prevalent greenhouse gas after carbon dioxide, methane has attracted significant attention from the international community in recent years. This paper summarizes the foreign methane control policies from three categories of energy, agriculture and waste disposal. In addition, the opportunities and challenges faced by methane control in China are analyzed. Based on methane emission monitoring, emission reduction technology, control policies and international cooperation, insights into methane control in China are proposed. The results of this paper have reference significance for promoting methane control in an orderly manner, better-addressing climate change, and serving ecological civilization.

Keywords: methane; greenhouse gas; control policy; emission reduction technology; international cooperation

(上接第15页)

Current Situation, Problems and Suggestions on Shenzhen's Integration into Global Innovation Networks

HUANG Ning, LI Yan, LU Yangxu, RAN Meili

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: Shenzhen's exploration of a higher level and quality in further integrating into global innovation networks can play a window bridge and a leading role in serving the national "dual circulation" strategy and the overall situation of reform and opening up. Compared with Beijing and Shanghai, Shenzhen has a high degree of integration in the industrial side, a fair degree of integration in the technical side, and a poor degree of integration in the scientific research side. In terms of international environment, innovation chain and soft and hard infrastructure, Shenzhen faces some challenges in further integrating into global innovation networks. In this regard, Shenzhen should focus on optimizing the spatial layout of international scientific and technological cooperation networks, strengthen the construction of international scientific and technological cooperation platforms and carriers, foster and cultivate more international innovation entities, and vigorously attract and converge global innovation elements.

Keywords: Shenzhen; global innovation networks; international scientific and technological cooperation; policy study