

中国农业甲烷减排路径

2024年7月

决策者摘要



PHOTO: OKOLI YANGSHUO

作者

Rixin Zhu, Jessica Gordon, Fan Dai

加州—中国气候研究院简介

加州中国气候研究院于2019年9月成立，是由加州大学伯克利分校法学院法律、能源和环境中心和劳瑟自然资源学院联合设立的加州大学项目。它由加利福尼亚州前州长杰里·布朗担任主席，加利福尼亚州空气资源委员会前主席玛丽·尼科尔斯担任副主席。该研究所与加州大学的其他校区、部门密切合作。通过加州和中国之间的联合研究、能力建设和政策对话，该研究所旨在为决策者提供参考，促进中国与加州的气候变化合作与伙伴关系，并在各个层面推动气候解决方案。

致谢

这份报告由加利福尼亚大学伯克利分校的加州—中国气候研究院撰写。感谢 Institute for Governance & Sustainable Development提供的财务支持。

我们衷心感谢以下对本报告提出有益意见的审阅人员：陈美安（绿色创新发展研究院）、Jennifer Turner（威尔逊中心）、Karen Mancl（威尔逊中心）、Shivani Shukla（加利福尼亚大学伯克利分校法律、能源与环境中心）、Gil Damon（加利福尼亚大学伯克利分校法律、能源与环境中心）、Ken Alex（加利福尼亚大学伯克利分校法律、能源与环境中心）、Xiaopu Sun（Institute for Governance & Sustainable Development）、Richard (“Tad”) Ferris（Institute for Governance & Sustainable Development）、Jiang Lin（劳伦斯伯克利国家实验室）、Nina Khanna（劳伦斯伯克利国家实验室），以及 Dan Mullen（劳伦斯伯克利国家实验室）。

决策者摘要

主要结论

- 作为最大的甲烷排放国之一，中国需要解决水稻种植和禽畜粪污管理中的甲烷排放问题，以实现碳中和目标。不过，中国仍然面临许多挑战，包括排放数据不足、法规框架缺失，以及小农户为主体的农业经营特征等。
- 降低甲烷排放强度是中国减少水稻种植和禽畜粪污甲烷排放的有效策略。实施这一策略需要低成本技术的创新和政策支持，以提高甲烷减排项目的盈利能力。
- 调整禽畜业生产和饮食消费结构是减少禽畜粪污甲烷排放的重要途径。改进厌氧消化池、调整饮食结构、减少食物浪费等都是潜在的解决方案。
- 中国需要因地制宜实施减排措施。四川、湖南、云南、河南、广西以及一些西部省区应优先减排畜禽粪便甲烷，湖南、江西、湖北、安徽、江苏应优先减排水稻甲烷。
- 建立健全的甲烷监测、报告、核查（MRV）系统对于减少中国水稻种植和禽畜粪污甲烷排放至关重要。中国各级政府应支持建立 MRV 系统的法律、制度和技术层面的工作。中国还需要解决排放数据收集方面的短板，并开展更多涉及农民和企业的本地化研究，以完善 MRV 系统。

甲烷是一种重要的温室气体，其全球升温潜势值比二氧化碳高。减少甲烷排放对于中国实现2060年碳中和目标至关重要。中国是世界上最大的甲烷排放国之一，而水稻种植和禽畜粪污管理是甲烷的两个重要来源。这两个来源合计占中国农业甲烷总排放量的 53.6%，占全国人为甲烷排放量的 20%。为实现碳中和目标，中国需要迅速减少这两种来源的甲烷排放。

中国已经认识到解决甲烷排放问题的重要性，并已逐渐采取行动。过去十年，中国政府发布的许多政策中都提到了农业甲烷减排，也表明会将甲烷纳入其2060年碳中和目标。然而，直到2023年11月，中国才朝着水稻种植和禽畜粪污甲烷减排迈出了决定性的第一步：中国发布了第一份关于甲烷排放控制的行动方案。该方案设定了禽畜粪污利用率目标，并为农业部门列举了水稻种植和禽畜粪污甲烷减排措施。

到目前为止，中国在水稻种植和禽畜粪污甲烷减排方面取得了一些进展，但也面临挑战。水稻甲烷减排试点项目在全国各地出现，以禽畜粪污为原料的沼气发电厂的产能不断增加。尽管如此，中国仍面临若干挑战。由于缺乏健全的农业甲烷监测、报告和政策评估体系，甲烷排放数据收集和量化目标设立仍存在缺失。目前有关水稻种植和禽畜粪污甲烷的法规体系和管理框架也需要改进。中国以小农户为主体的农业经营特征也提高了推广甲烷减排实践的难度。

中国仍然可以抓住机会减少农业甲烷排放。中国有减少农业甲烷的政治动力。农业甲烷减排、循环经济和能源安全之间存在协同作用，而后两者是中国近期的重点工作领域。中国的温室气体自愿减排交易机制也将成为开展水稻种植和禽畜粪污甲烷减排项目的激励因素。为了更好地利用这些机遇，支持中国甲烷行动计划的实施，并最终减少农业甲烷排放，本报告综合分析了（图 SP1）(1) 推动甲烷排放的因素，(2) 区域农业背景和因地制宜的政策方法的必要性，以及(3) 建立健全的监测、报告、核查（MRV）系统所需的步骤。本报告仅关注水稻种植和禽畜粪污的甲烷排放。

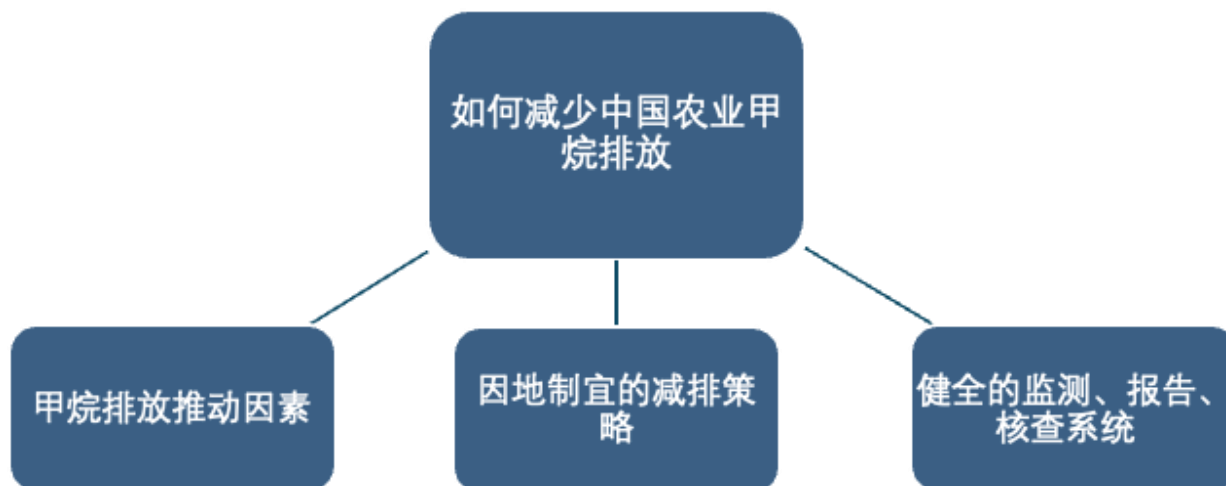


图 SP1. 本报告的综合分析框架

农业甲烷减排的主要着力点

推动中国甲烷排放量减少的主要着力点有两个：（1）甲烷排放强度的降低；（2）禽畜生产和消费结构的改善。

甲烷排放强度的降低

研究表明，降低甲烷排放强度（即单位农业产值的甲烷排放量），或提高水稻种植和禽畜粪污管理的效率，是减少中国水稻和粪便甲烷排放的有效策略。降低甲烷排放强度需要技术创新、扶持性政策，以及改进农业生产方式。

为减少水稻种植甲烷排放，中国应优先考虑以下几点：

- 降低技术成本。
- 推广现有做法（如水分管理和生物炭施用）。
- 改善秸秆收储和转运系统。
- 将提高作物产量和提高土壤肥力的技术与甲烷减排技术有机结合。

为减少禽畜粪污甲烷排放，中国应优先考虑：

- 完善禽畜粪污的收储和转运系统。
- 推广大规模、综合性的粪污管理措施，如大型厌氧消化设备、粪便干燥处理和固液分离等。

支持性政策，尤其是那些提高甲烷减排项目盈利能力的政策，同样关键。潜在的政策方案包括增加财政投入、气候智慧型农产品项目，以及通过中国核证自愿减排量 (CCER) 将甲烷减排项目纳入中国温室气体自愿减排交易机制。这些政策工具有助于解决中国面临的重大挑战，帮助建立农业甲烷法规和管理框架，缩小排放数据缺口，引导投资支持水稻种植和禽畜粪污甲烷减排项目，并推广甲烷减排的最佳实践，尤其是在小农户群体中。

禽畜生产和消费结构

随着中国经济的快速发展，对食品，特别是牛肉的需求日益增加。此外，牛肉生产也在增长，因为养牛的盈利能力正在提高，超过了养猪和养禽。研究表明，牛肉生产在畜牧业中的占比提高是禽畜粪污甲烷排放增加的重要驱动因素，因为与山羊、绵羊和猪相比，养牛通常会产生更多的粪便和粪便甲烷。解决甲烷问题而不牺牲粮食安全的潜在方案包括：

- 针对厌氧消化设备和粪污甲烷捕集的投资和创新。对于满足日益增长的牛肉需求但同时产生更多粪污甲烷排放的集约化养殖场来说，这尤其重要。
- 鼓励饮食习惯的改变。此措施将减少与牛肉生产相关的整体甲烷排放量，并改善公众健康。
- 减少食物浪费，尤其是牛肉和乳制品的浪费，以减缓食品生产增长和减少粪污甲烷排放。

因地制宜实施减排策略

中国是一个大国，不同地区在水稻种植和禽畜粪污管理方面有不同的特点。实施因地制宜的甲烷减排措施对于有效减排至关重要。

四川、湖南、云南、河南和广西的禽畜粪污甲烷排放量最高，中国应优先在这些省份投资以进行禽畜粪污甲烷减排。此外，还需要提高中国西部省份的禽畜粪污甲烷减排能力。这是因为中国的畜牧业预计将向这些省份迁移，而这些省份的农业基础设施、人力资源和财政资源相比经济更发达的省份较为薄弱。

湖南、江西、湖北、安徽和江苏的水稻种植甲烷排放量最高，因此中国应优先在这些省份投资以进行稻田甲烷减排。在湖南、江西、湖北和安徽，人们对水稻种植的兴趣正在减弱，因为他们会前往附近经济更发达的省份（如广东和江苏）从事收入更高的工作，这导致推广稻田甲烷减排技术变得困难。对于这些省份来说，探索不仅能减少排放而且还能保持甚至提高稻米产量的策略至关重要。两个潜在的解决方案是为气候智慧型水稻种植提供补偿或补贴，并在这些省份推广节水抗旱的稻米品种。

建立健全的监测、报告、核查系统

建立健全的 MRV 系统对于水稻种植和禽畜粪污甲烷减排至关重要，因为这一系统可以监测排放趋势、确定排放源并指导减排行动。然而，中国农业甲烷 MRV 系统仍处于起步阶段。与其他行业相比，农业 MRV 系统的建立进展缓慢。

中国 MRV 系统发展既面临挑战，也面临机遇。

1. 法律和制度支持不足。农业甲烷 MRV 系统是一个复杂的体系，由法律、法规和技术标准组成。这些要素对 MRV 系统的制度化运行十分重要。目前，中国尚未建立这样的体系。由于制度的不确定性，地方和企业 在落实国家碳中和目标以及开展 MRV 体系建设方面面临挑战。为了解决这一障碍，国家部门应牵头制定 MRV 技术指南。这是一个重要的步骤，将为以后制定法律法规奠定基础。指定一个政府机构来监督农业甲烷 MRV 体系的运行并促进部门间合作也将有所帮助。
2. 中国需要弥补排放数据收集的不足。缺乏法律和技术标准导致了农业甲烷监测数据不足。中国应探索更先进的措施（如遥感技术）来增强甲烷监测，并根据监测数据计算和完善不同情景下的甲烷排放因子。此外，公布国家温室气体清单中用于估算农业甲烷排放的方法和数据，可以促进对方法论的更多研究，并帮助改进现有的甲烷估算方法和 MRV 系统。引入第三方核查机制也是确保 MRV 系统数据质量和可信度的重要措施。
3. 需要开展更多微观层面的研究。农业甲烷排放监测的研究主要集中在国家和省级层面的宏观分析，对涉及农民和企业的微观研究关注较少。然而，考虑农民生产决策对甲烷排放的直接影响十分关键，因为这对于获得准确的甲烷排放数据和评估排放趋势至关重要。此外，关于农民和企业安装 MRV 系统意愿的研究可以为 MRV 技术创新方向的探索以及如何完善 MRV 技术指南提供有建设性的反馈。