绿色创新发展中心
Innovative Green Development Program

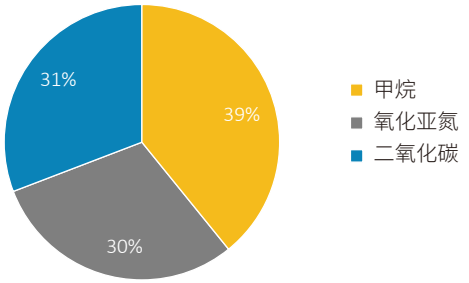
中国农业非二氧化碳温室气体减排进展与展望

基本现状

1. 中国农业温室气体排放中非二温室气体排放占比高

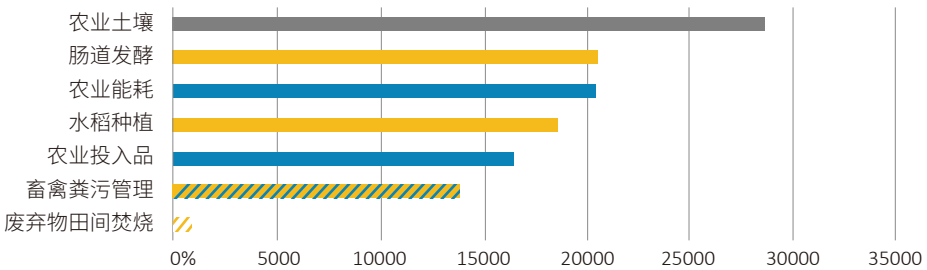
在中国2018年提交的《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》中2014年国家温室气体排放清单数据估算显示，中国农业部门的温室气体排放约为11.98亿吨CO_2e，约占当年全国温室气体排放的11%。其中非二氧化碳温室气体在农业温室气体总排放中达到69%，甲烷和氧化亚氮分别占比39%和 30% 。

图 1：中国农业分气体排放占比 (2014)



按照温室气体排放源来看，排放最高的是来自农业土壤中氧化亚氮的排放，其次是动物肠道发酵的甲烷排放。

图 2: 中国农业主要排放源和排放量 (2014, 万吨CO_2e)



注：图1二氧化碳数据和图2中农业能耗和农业投入品标记的数据来自在2014年国家温室气体清单上的计算[1]。其他数据基于清单的甲烷和氧化亚氮排放数据乘以相应的GWP值计算得出。

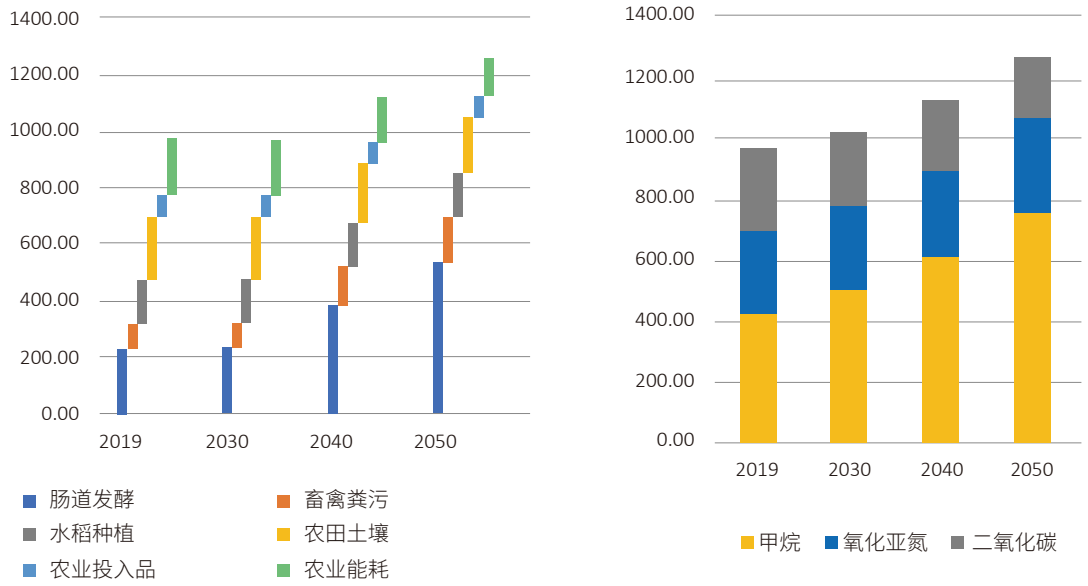
[1] 程琨, & 潘根兴. (2021). 中国农业还能中和多少碳?. *China Dialogue*. https://chinadialogue.net/zh/5/69745/

2. 中国农业非二气体排放仍有上升空间

随着居民生活水平的提高和对食物消费量的上升，来自农业生产的温室气体排放仍将增加。来自粮农组织2018年的数据显示，和主要发达国家相比，中国人均动物性食物蛋白每日的摄入在40.3克左右[2]，未来仍有增长空间。

此外，根据iGDP的测算，农业部门中畜禽肠道发酵和畜禽粪污处理产生的甲烷和氧化亚氮排放将随着动物性食物摄入量增加而持续上升，农业中的甲烷和氧化亚氮排放到2050仍将是农业中排放占比最高的温室气体。

图 3: 中国农业温室气体分部门和 分气体排放趋势2019-2050（百万吨 CO_2e）



数据来源：iGDP 估算

关键挑战

1. 非二温室气体减排不是目前中国农业政策的优先项

由于中国长期以来对粮食安全的重视，农业发展政策侧重在保障粮食安全和农业环境可持续发展。虽然基于粮食安全保障和环境污染治理的管控政策为农业减排带来协同效益，温室气体减排并不是农业政策清单中的优先项。

例如2021年发布的第18份中央一号文件中将农业绿色发展作为推进农业现代化的重要内容之一[3]，提到要守住18亿亩耕地红线、并且采取推广保护性耕作、化肥农药减量增效、畜禽粪污的资源化利用，以及加

[2] 数据来自FAOSTAT，数据基于2017-2019的三年平均值。
[3]《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》

强对农产品质量和食品安全的监管等措施[4]。这些措施的实施在保护农业资源、改善农业面源污染和提高农产品质量的同时，也可以减少农业温室气体的排放。但温室气体减排不是政策直接目标。

表 1: 农业领域减排相关政策措施

主要政策	减排措施
《全国农业可持续发展规划（2015-2030）》	• 加强畜禽粪污的资源化利用，2025年畜禽粪污综合利用率达到80%的目标。 • 推进化肥农药减量增效和有机肥替代；构建果菜茶有机肥替代化肥长效机制。 • 推进农膜回收利用和推广环境友好生物可降解地膜：2025年废旧农膜回收率提高到85%，建立农膜回收补贴制度试点。 • 绿色农用机械应用推广，支持农业绿色发展机具、智能装备纳入农机购置补贴范围。 • 推动种植业、畜牧业和渔业的信息化、智能化和智慧化。 • 到2025年，农业农村减排固碳与粮食安全、乡村振兴、农业农村现代化统筹融合的格局基本形成。
《“十四五”全国农业绿色发展规划》	
《耕地质量提升与保护方案》	
《关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》	
《数字农业农村发展规划（2019-2025）》	
《农业农村减排固碳实施方案》	

2. 以小农经济为主的农业生产方式为减排技术规模化应用带来挑战

与发达国家的农业生产方式相比，中国农业生产仍以小农类型为主。由于农田规模小，农业生产和经营均难以形成规模效应，农业生产效率提高缓慢。此外，农村务农人员中年轻人口减少、老龄化趋势严重，以及受教育程度普遍偏低等现状也为农业减排实践的规模化推广带来了挑战。

一方面，中国农田经营规模在2公顷以下的接近70%，而世界多数地区的农田经营规模在5公顷以上[5]。此外，基于2017年统计数据的估算显示，中国目前有2.2亿农户，户均经营规模只有0.5公顷，加上流转的土地，户均也只有0.7公顷[6]。另一方面，来自《中国乡村振兴综合调查研究报告2021》数据显示，中国农村人口在60岁及以上人口占比超过20%， 15-64岁的劳动年龄人口中又以初中教育程度的占主体[7]。

[4] http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/21/content_5588098.htm

[5] Wu, Y., Xi, X., Tang, X., Luo, D., Gu, B., Lam, S. K., Vitousek, P. M., & Chen, D. (2018). Policy distortions, farm size, and the overuse of agricultural chemicals in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 115*(27), 7010–7015.

[6] 杜鹰. (2018). 小农生产与农业现代化. 中国农村经济, 10, 2–6.

[7] 中国新闻网.(2022). https://www.chinanews.com.cn/sh/2022/05-06/9747923.shtml

潜力分析

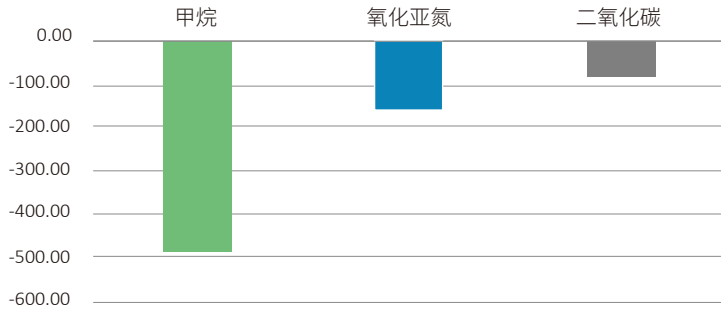
iGDP分析发现：采取更多减排行动可以推动中国农业减排。尤其是非二温室气体减排潜力最大，2050年中国农业减排潜力前三分别是肠道发酵、畜禽粪污管理和水稻种植。

基于现有的国内外农业减排技术和实践，iGDP通过情景分析估算了在采取了这些减排行动（见表2）的情况下中国农业部门的减排潜力：到2050年，比2019年基础上减少53%，比2050年的基线水平减少60%。

其中，减排潜力最大的排放源来自甲烷，占2050年减排量的65%，其次是氧化亚氮，占22%。与基准情景相比，农业部门非二氧化碳温室气体在2050年的减排量达到6.6亿吨。

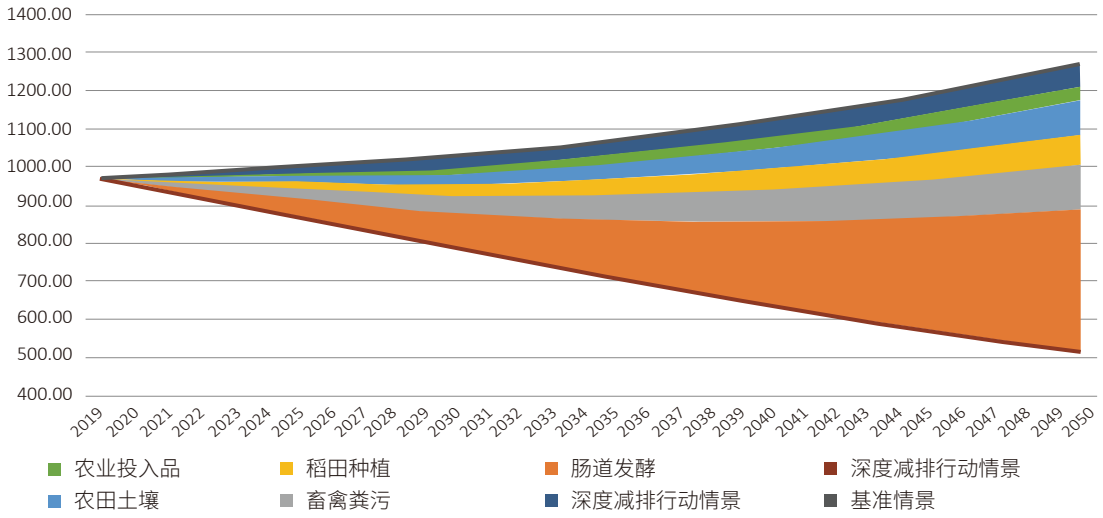
按照不同的排放源分析，到2050年，减排潜力最大的来自肠道发酵，比2050年基准情景减少3.78亿吨CO_2e，主要的减排行动包括膳食结构调整和使用食物添加剂。其次是畜禽粪污处理，比基准情景减少1.19亿吨CO_2e，减排行动包括畜禽粪污的资源化利用。减排潜力紧随其后的时候水稻种植，通过调整灌溉方式和采用水稻直播旱种可以减少7734万吨CO_2e。

图 4：中国农业2050年深度减排行动中分气体减排潜力 (百万吨CO_2e)



数据来源：iGDP估算

图 5：中国农业分排放源深度减排行动的减排潜力 (百万吨CO_2e)



数据来源：iGDP估算

表 2: 深度减排行动概览

主要排放源	深度减排行动	减排潜力 (百万吨CO_2e)
肠道发酵	膳食结构调整， 饲料添加剂	378
畜禽粪污	畜禽粪污产沼和畜禽规模化养殖	119
水稻种植	灌溉调整、水稻直播旱种的推广	77.34
农田土壤	测土配方，推广缓释肥、氮肥增效剂	87.31
农业投入品	可降解农膜推广，减少农药和氮肥投入	32.31
农业能耗	农业机械能效提升以及农机电动化的推广	65

政策建议

深度减排潜力的实现需要在加强现有减排政策基础上，通过试点示范为减排技术和实践的落地提供政策、技术和资金支持。

1. 由于现有的减排技术成本较高，例如表2减排行动中提到的采用饲料添加剂和缓释肥和全生物可降解农膜，需要更多民间资本的参与来推动技术的规模化应用，而已经商业化的减排技术和实践由于前期投入的成本高，也需要有多渠道的融资方式来支持技术落地。

2. 推动消费者的行为改变至关重要。如前所述，动物肠道发酵的减排潜力最大，其中膳食结构的调整是关键。因此需要加大力度推广中国定期发布和更新的《中国居民膳食指南》。此外，通过参考国内外基于助推理论的行为干预策略也将推动居民膳食结构调整。

3. 畜禽规模化养殖和畜禽粪污产沼减排潜力显著。中国现有政策已经包括对畜禽粪污资源化利用和畜禽规模化养殖的量化政策目标，因此通过延续和加强现有的政策以及推动政策落地将助力减排实现。

4. 在中国高比例的小农生产方式下，已有的实践显示针对农户的技术培训和管理项目可以提供更好的减排效果。例如从2005-2015年间，在中国开展的一项有2000多万农户参与的提高农业管理和技术培训中，制定针对当地情况的农地改善计划，不仅减少化肥使用和提高产量，同时减少温室气体排放[8]。

5. 中国的水稻种植减排潜力可观，设定减排试点项目来推广低排放水稻品种不仅有助于中国自身减排，也对全球其他地区的水稻减排有积极示范效应。

[8] Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C., Zhang, W., Mi, G., Miao, Y., & Li, X. (2018). Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers. *Nature, 555*(7696), 363–366.

案例 1: 零碳水稻试点

生态环境部有机食品发展中心固碳减排试验基地将在江苏省南京市高淳区东坝街道和睦涧村建设全省首个有机水稻固碳减排示范基地，不施化肥农药，以生态方式种植“零碳水稻”。

本次开展项目试点的和睦涧村，地处丘陵山区，交通便利，环境优美，有良好的区域和资源优势。村集体牵头组建的淳和水稻专业合作社被评为2019年全国农民合作社典型案例，经过11年的持续发展，目前已有2600亩有机水稻生产基地，在探索区域性的农业固碳减排方面具有得天独厚的条件，适合成为区域性农业减排模式的样板村。项目通过构建一套有机水稻固碳减排种植关键技术、建立一套温室气体排放计量模型和土壤固碳计量模型、建成一个500亩有机水稻固碳减排种植示范基地，为全省有机水稻固碳减排种植探路。

案例内容节选自：
中国江苏网. (2022). https://jsnews.jschina.com.cn/nj/a/202208/t20220801_3046608.shtml

案例 2: 农业碳中和账户：农业绿色贷款

某生猪养殖企业一直存在碳排放较高的问题，为响应国家“碳达峰、碳中和”的目标，加快绿色转型，企业积极推进现代化“零碳牧场”建设，运用智能化养殖模式、自动环境控制系统、自动喂养、自动清粪等先进工艺，将产出废物通过一系列无害化处理，转化成有机肥、电能等可再利用的绿色原料，最终实现牧场“零碳”排放。“零碳牧场”建成投产后，预计年均可减少碳排放量4166吨二氧化碳当量。为支持企业“零碳牧场”建设，江山农商行创新推出“农业碳融通”产品，为企业授信2000万元，当天发放项目贷款500万元，利率5%，较原执行利率低100BP，有效解决了企业牧场建设的资金难题。

案例内容节选自：
中国金融学会绿色金融专业委员会. (2021). 绿金案例：
http://www.greenfinance.org.cn/displaynews.php?id=3467

作者

撰稿：陈美安，胡敏，莫争春

关于iGDP

绿色创新发展中心（注册名：北京绿色伙伴咨询有限公司）是专注绿色低碳发展的战略咨询机构，通过跨学科、系统性、实证性的政策研究、梳理、比较和评估，推动低碳环境解决方案的精细化，提升可实施度。我们与多样的合作伙伴和利益相关方合作，共同推动实现零排放的未来；立足本土，讲述中国绿色低碳发展故事。绿色创新发展中心关注以下领域的研究、咨询和交流：

- 能源转型
- 绿色经济
- 气候战略
- 可持续城市
- 策略传播

绿色创新发展中心(iGDP)
地址：中国北京市朝阳区秀水街1号建外外交公寓7-1-51 100600
电话：86-10-8532 3096
传真：86-10-8532 2632
邮箱：igdpoffice@igdp.cn
网站：www.igdp.cn