



中美气候合作的新领域

农业与食物

Jennifer L. Turner (吴岚)、
Karen Mancl (马可人) 和 Jennifer Nguyen (叶芬) 著

2024年3月



伍德罗·威尔逊国际学者中心 (简称威尔逊中心) 于1968年经美国国会特许成立, 纪念美国第二十八任总统伍德罗·威尔逊。该中心是美国重要的无党派政策论坛, 通过推动独立研究和促进公开对话来应对全球挑战。作为学术界和公共政策界的桥梁, 中心多样化的项目活动为国会、政府及广泛的政界提供切实可行的想法。详情请见官网: www.wilsoncenter.org。

免责声明: 威尔逊中心刊物和活动涉及内容为作者和演讲嘉宾个人观点, 不代表威尔逊中心立场。

自1997年以来, 伍德罗·威尔逊中心**中国环境论坛** (CEF) 荟萃美、中和其他亚洲专家, 开展研究和交流项目, 探讨中国和亚洲地区紧迫的环境和可持续发展问题。这些会议、出版物和研究活动积累的人际网和知识让中国环境论坛成为有关中国和亚洲环境趋势最可靠的信息来源之一。过去26年间, 中国环境论坛推出了一系列深入专题项目, 涉及中美清洁能源发展、水源-能源冲突、环境正义、中美日清洁水网络、水资源冲突解决、食品安全, 中国环保运动和绿色新闻报道。中国环境论坛目前的项目有:

- **《塑料管道: 一个减少塑料垃圾的严肃游戏》** (The Plastic Pipeline: A Serious Game for Plastic Reduction Education) 是与威尔逊中心严肃游戏计划联合创作的教育项目。它以游戏形式将错综复杂的塑料政策带给世界各地人民, 普及关于塑料垃圾泄漏的知识和解决方案。
- **《脆弱的三角洲》** (Vulnerable Deltas) 是一个与东西方中心合作的综合性研究项目, 旨在探讨东南亚三大三角洲 (玛哈坎河、湄南河和湄公河) 和中国两大三角洲 (珠三角和长三角) 面临的气候、污染和发展威胁。

本出版物由威尔逊中心和俄亥俄州立大学之联合项目 **《中美气候合作的新领域: 农业与食物》** 出版, 并受到美国驻华大使馆的部分支持。该项目于2022年9月启动, 简称为“酷农业项目”。尽管中美已开始了食物生产的脱碳, 该领域尚未成为双边合作和对话的重点。在过去一年, 中心与中美农业、食物系统、和气候界专家深入交流, 旨在实现两个目标: (1)揭示中美农业复杂的气候变化影响; (2)突出农业减排政策、项目和战略上的双边合作机会。更多相关会议视频、博客和播客请见威尔逊中心官网: “

酷农业”：中美气候和粮食挑战。

中美气候合作的新领域

农业与食物

Jennifer L. Turner (吴岚)、
Karen Mancl (马可人) 和 Jennifer Nguyen (叶芬) 著

2024年3月

致谢

本出版物的完成离不开我们项目合作伙伴的支持。我们从可持续亚洲团队为我们制作的六集“酷农业”播客中获得了深刻洞见。绿色创新发展研究院 (iGDP) 与全球环境研究所 (GEI) 在食物与气候领域的卓越研究和著作也为我们提供了宝贵的借鉴。中外对话为本中心《新安全脉动》博客制作了三篇精彩的多媒体故事, 讲述了美国和中国农民如何应对气候挑战, 提醒我们农民身处这场全球危机的前线, 并在解决方案中扮演核心角色。

我们不胜感激咨询委员会为我们的公开会议、出版物和播客提供了关于农食问题的宝贵指导。他们也在审阅本出版物过程中悉心指导、严格要求。出版物中的任何疏漏和错误, 均由作者个人承担。

最后, 我们还要向参与本报告研究数据收集及初步信息图表设计的中国环境论坛研究实习生致敬。我们才华横溢的排版设计师Kerrin Cuison和Kathy Butterfield将这些草稿变成美观又幽默的信息图表 (如打嗝的奶牛和微笑的饭碗!), 在帮助我们讲述农食气候领域的科学和故事同时展现出非凡的想象力。另外, 我们对笔译朱晔 (Marty Zhu) 高效的翻译工作表示由衷的赞赏 - 尤其是对食物双关语的巧妙翻译!

作者

Jennifer L. Turner 博士 (中文名吴岚) 已担任威尔逊中心中国环境论坛主任24年, 领导过气候、能源和其他环境项目, 也是2010-2018年中国环境论坛与Circle of Blue合作的《水资源瓶颈——中国》多媒体报道项目的制片人。该报道为2014年中美气候变化行动计划提供了关键背景资料。

Karen Mancl 博士 (中文名马可人) 是俄亥俄州立大学食品、农业和生物工程系及水质系的教授, 发表关于农村基础设施和推广活动的学术期刊文章50多篇和其他文献80多篇。她目前是威尔逊中心2023-2024年度政策学者, 主导《播下中美农业合作的种子》的研究项目。

Jennifer Nguyen (中文名叶芬) 女士是中国环境论坛的项目协调员兼《新安全脉动》博客中国环境论坛专栏总编。

总编辑: 叶芬

助理编辑和信息图表研究员: 卢丹柠、郑曦、钟一鸣、周致远

最终文案编辑: 理查德·伯恩 (Richard Byrne)

中文翻译: 朱晔 (Marty Zhu)

研究助理: 黄蕴仪、刘芷舟、Ann Williams

排版设计师: Kathy Butterfield 和 Kerrin Cuison

咨询委员会

Larry M. Antosch, 俄亥俄州农业局联合会 Kevin Chen, 国际粮食政策研究中心

戴凡, 加州-中国气候研究院 Min Fan, 美国腹地中国协会

Patty Fong, 全球粮食未来联盟 André Vasconcelos, 全球林冠项目

目录

中美气候合作时间线	6-9
第一节:	
中美气候、清洁能源和农业合作时间表.....	10
信息图: 环环相扣的农食体系——中美农产品贸易.....	11
信息图: 中美是粮食超级大国	12
专题框1. 气候变化与农食产业的关联及其重要性	13
第二节:	
中美农食产业和气候合作的三个有前景的领域.....	14
信息图: 土壤就如一个碳账户	14
土壤: 无声的气候斗士	15
信息图: 土壤健康和固碳能力受损.....	16
信息图: 土壤健康与固碳行动	17
信息图: 水稻的气候代价.....	18
水稻: 顽固的气候挑战.....	19
食物浪费: 唾手可得的甲烷减排行动	20
信息图: 从农场到餐桌再到填埋场.....	21
信息图: 中美反食物浪费政策与项目.....	23
第三节:	
中美食物和气候合作机会丰饶.....	24
农业甲烷: 牛及其他牲畜的减排“牛”势	24
信息图: 牛的甲烷“蹄”印	25
专题框2. 双边科学与政策对话的成熟领域	26

中美气候、清洁能源和农业合作时间表

1979

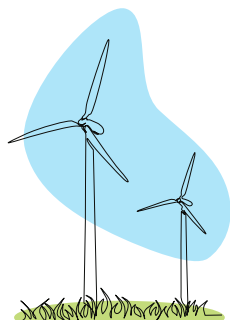


- 科学技术合作协议
- 大气和科学技术协议
- 19项双边能源协议的谅解备忘录
- 中美农业交流开始



1985

- 化石能源协议
2000年和2005年更新
- 习近平访问美国进行农业交流



1994

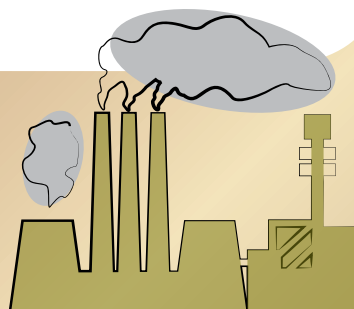
- 化石能源议定书附件

1997

- 中美环境与发展论坛第一次会议

1995

- 能源效率和可再生能源协议



1999



- 中美环境与发展论坛第二次会议
- 中美世贸组织双边协议 (包括农业)
- 中美农业合作协议



2000

- 中美生物燃料论坛



2006

- 中美战略经济对话第一次会议 (2009年第二次会议)



2007

- 美国农业部和中国国家发改委签署生物燃料谅解备忘录

2008

- 十年能源与环境合作框架



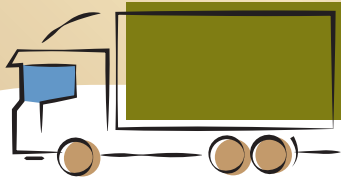
2016

- 中美争夺零排放挑战
- 第二份中美气候变化联合声明

2017

- 美国退出巴黎气候协定
- 习近平呼吁停止中美科技交流

2015



- COP21 气候谈判深入探讨土壤固碳——每年增加千分之四表层土壤固碳量倡议
- 巴黎气候协定
- 中美绿色港口和船舶倡议
- 扩大中美清洁能源研究中心



2014



- 启动气候智能型/低碳城市倡议
- 首份中美气候变化联合声明

2013



- 奥巴马总统和习近平主席同意根据蒙特利尔议定书逐步减少氢氟碳化物
- 中美气候变化工作组成立

2012

- 海洋与渔业科技合作框架计划



2011

- 中美气候变化、清洁能源和环境合作声明
- 中美科技合作协议续签



2009

- 奥巴马与胡锦涛签署 9 项新的清洁能源协议
- 中美清洁能源研究中心成立



2010



- 中美生物燃料论坛
- 中美能源效率和可再生能源论坛



2018

- 中美贸易战



2018-2019

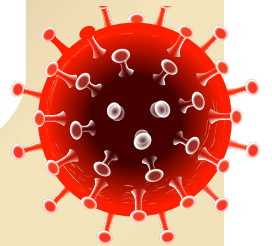


- 双方气候变化合作一片寂静.....

- 拜登总统宣布中美必须在 G20 峰会上就气候变化问题进行合作
- 众议院议长佩洛西访问台湾后, 中国暂停了气候谈判
- 美国批准蒙特利尔议定书的基加利修正案

- 美国重新加入巴黎气候协定
- COVID-19 期间中美关系恶化

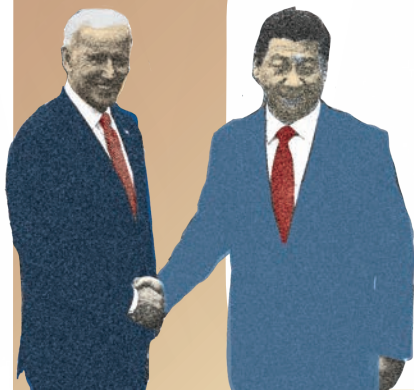
2020



2022

2021

2023



- COP26 上参会国发起全球甲烷承诺
- 中美在 COP26 上发表格拉斯哥宣言
- 中国批准基加利修正案, 根据蒙特利尔议定书逐步减少氢氟碳化物
- 中美气候联合声明提及农业



- 中美关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明



- 中美达成阳光之乡声明, 加强应对气候危机的合作 在迪拜举行的COP28会议上, 中美两国与 150 多个国家一起签署了可持续农业、韧性粮食系统和气候行动宣言

2024 年和将来?

中美气候合作的潜在路径

《阳光之乡声明》优先强调的中 美气候合作领域

在2020年代**设立**加强气候行动工作组

重启中美能源效率论坛

创建甲烷减排技术工作组

重启能源政策和战略双边对话

逐步减少氢氟碳化合物并**管理**一氧化二氮排放

举办关于地方层面气候行动的高层次活动

在2030年以前两国各**推进**5个碳捕集和利用的固碳项目

落实2021年《中美联合声明》和《中美格拉斯哥宣言》的目标，
包括**农业领域的气候行动**



第一节: 中美粮食超级大国与食物的全球气候足迹

煤炭和汽车一直以来是气候倡导者最关注的话题。然而近期,专家们对降低食物温室气体(GHG)足迹的紧迫呼声也日益高涨。这一方面是为了减缓气候危机,另一方面是为了保障全球粮食安全。

农食产业——从食物生产加工到运输和垃圾处理——占全球温室气体排放的31%。畜牧业(牛的打嗝和粪便)和水稻是食物生产中主要的温室气体排放源。有**近四分之一**的农食产业排放来自土地转变为耕地时土壤释放的碳。此外,化石燃料制成的肥料和塑料包装的增加,以及全球化食品供应链的扩张,也增加了农食产业温室气体的排放。作为世界食品生产和消费的超级大国,美国和中国也是农食产业温室气体的主要排放国。

在拥有14亿人口的中国,粮食安全长期主导着农业政策。过去20年里,中国逐渐失去了粮食自给能力。在2000年,中国的粮食安全指数为93.6%,粮食生产基本自给自足。而到2020年,该指数已降至65.8%。这一定程度上是由中国日益增长的城市中产阶级的饮食习惯转变推动的。消费者对**食品安全的担忧**也加强了对部分进口食品的需求。

为了填补粮食安全缺口,中国成为世界领先的农产品进口国,美国是其最大的大豆和谷物供应国。中国对美国肉类和动物产品的依赖也日益增长,形成了环环相扣的贸易体系并决定了双边农业关系(见“环环相扣的农食体系”信息图)。

食物系统是美国第二大温室气体排放源,占国内总排放的9%至11%。而在中国,农牧业温室气体排

放占全国总排放的8.2%,其中超过50%是农业甲烷和氧化二氮排放。

气候变化引发的极端天气也威胁着世界各地的粮食安全。但气候智慧型农业可以帮助应对气候危机,并满足全球日益增长的粮食需求。

针对食物生产和消费的气候行动能帮助美国和中国实现净零目标。令人振奋的是,两国已各自开始进行食物生产脱碳。

认识到食物减排的重要性,拜登政府已在气候智慧型农业投入大量资金以支持农民,并激励农民采取保护性农业和其他相应措施。同样,为实现中国2030年碳达峰和2060年碳中和目标,习近平领导下的中国政府已开始聚焦农食产业排放,强调化肥和农业废弃物的减排。中国的政策制定者也在探索通过改善土壤质量来固碳的激励政策,并设立相应的进度评估机制。

中美农食气候行动突破口

气候合作几乎是中美外交40多年来的常态。过去几十年来逐渐增长的气候合作主要集中在煤炭、清洁能源、电动车和节能建筑方面,尚未涉及农业(见“时间线”)。中美在农业领域的气候行动一直在平行展开。但值得注意的是,农业是两国之间最早的科学交流领域,早在1979年两国签署《科技协议》之前就已经开始。几十年来,以粮食安全、动物健康、农业技术和生物燃料为主题的联合项目和交流已悄然加强了中美关系的基础(见“粮食超级大国”信息图)。

直到2021年,中美农业和气候合作的外交大门才打开。2021年4月的《中美应对气候危机联合声明》和《中美强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》都把“绿色和气候韧性农业”列为两国合作的领域。

格拉斯哥气候谈判结束后,中美计划举行会议讨论宣言执行的具体细节。然而在2022年,台湾问题、间谍指控和地缘政治竞争导致中美关系紧张,气候对话被迫暂停。另外,可再生能源和电池技术是

环环相扣的食物体系

中美农产品贸易

中国是美国粮食和农产品最大的海外市场



占美国2022年农产品出口总额的**19%**



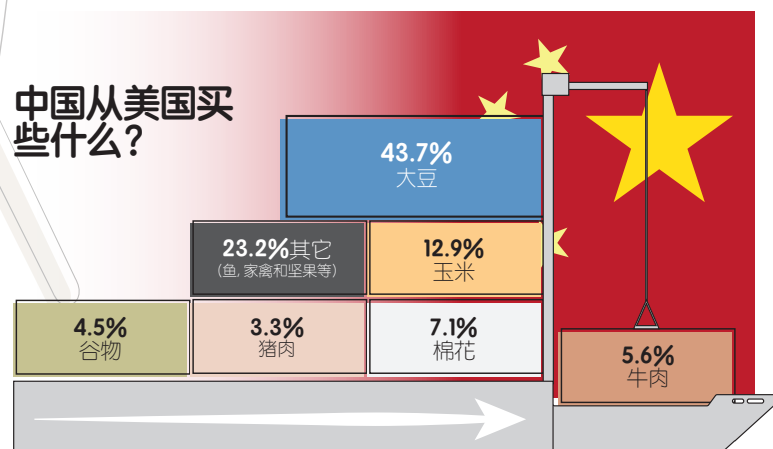
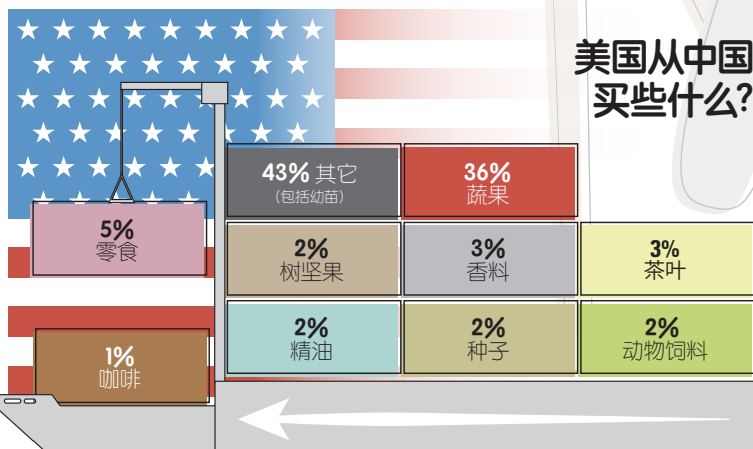
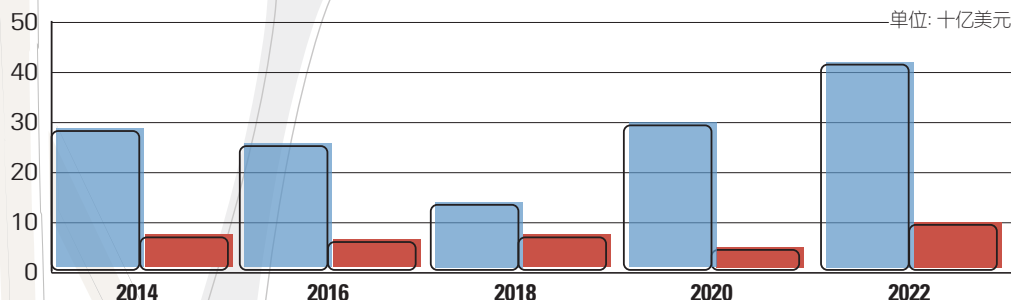
2010年到2022年上升**3倍**



2022年出口额达**410亿美元**

尽管发生贸易战,中美农业贸易在回暖

■ 美国对华出口
■ 中国对美出口

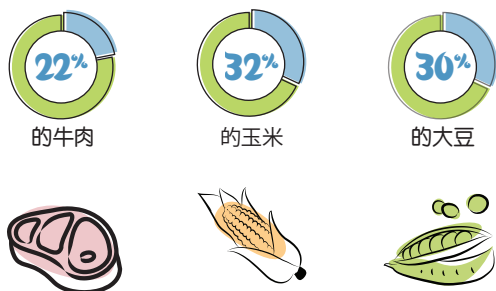


引用文献: AgEcon Search, FERN, Minnesota Department of Agriculture, Reuters, Statista, USDA, World Bank. Research by 周致远 and graphic design by Kerrin Cuison.

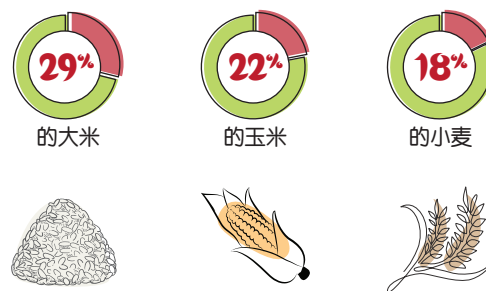
美国和中国是粮食超级大国

中国日益增长的粮食需求意味着中美食品贸易和联合气候行动具备更大潜力

美国生产全世界:



中国生产全世界:



世界人口的
18%

中国耕地总面积占比:
11%

3000-4000年农业史

农田平均面积
1.6英亩

1.77亿农民



世界人口的
4%

美国耕地总面积占比:
40%

200-300年农业史

农场平均面积
444英亩
(2695亩)

340万农民

中国需要用更少的耕地喂饱比美国多四倍的人口

引用文献: AgEcon Search, AgWeb, FERN, Minnesota Department of Agriculture, Reuters, Statista, USDA, World Bank, Worldometer. Research by 周致远 and 马可人 and graphic design by Kerrin Cuison.

清洁能源转型中不可或缺的部分,而中国在这些技术所需的关键矿物开采和冶炼方面的主导地位让美国日益担忧,为气候合作重启带来另一层挑战。

在2023年11月下旬,两国气候特使约翰·克里和解振华在加利福尼亚会晤之后,发布了中美关于加强气候合作的《阳光之乡声明》。双方承诺于2024年初举行会谈,并优先着手甲烷和一氧化二氮排放管理以及地方气候合作。这次气候关系的缓和,是即将到来的全球对话的良好预兆,并为两国提供了详细探讨食物和农业的气候合作的好机会。

前进的道路

在特朗普政府退出《巴黎气候协定》并中断了与中国的气候和环境对话后,中美农业和气候学家之间的大部分科研合作都已停滞。在过去一年中,我们在“酷农业”研究和会晤中了解到一些悄然进行的中美气候科研项目,涉及多年生水稻、生物燃料和电动拖拉机。两国可以在农食领域扩大和提升气候行动。

本报告概述了几条未来可行的道路,具体在土壤固碳、水稻温室气体减排和食物浪费甲烷减排这

三个农业领域。这些农食领域和气候合作的路径具备巨大的减排潜力,并且不触及敏感政治议题。本报告旨在两国重启气候会议之际激发新的对话。2014年的《美中气候协定》为《巴黎气候协定》的

达成铺平了道路。同样,这两个粮食超级大国针对农食领域温室气体排放的行动,可以引导世界走向气候智慧型农业生产之路。

专题框1.

气候变化与农食产业的关联及其重要性

气候变化对农业和粮食安全的威胁

- 极端天气减少作物产量
- 气候规律的变化改变种植和收获的时间
- 外来入侵物种分布范围扩大
- 季节变化影响授粉和动物繁殖
- 抗寒区的变化需要新作物品种来应对

产生温室气体(GHG)的农业活动

- 土地用途的变化** (农牧业毁林) 占全球食品温室气体排放量的18%以上
- 畜牧业** 排放了全球农业甲烷的66%
- 食物损失和浪费占全球甲烷排放的8%到10%
- 水稻排放的一氧化二氮占全球总排放的11%
- 肥料生产全周期的温室气体排放占全球总排放的5%
- 2020年农业器械、谷物干燥和灌溉使用的化石燃料占全球温室气体排放的2%

固碳和减排的农业实践

- 免耕和保留作物残茬
- 碳信用和排放交易市场
- 覆盖作物
- 农作物与树木和牲畜共生
- 多年生作物
- 综合农林业
- 有机肥和
- 土壤肥力综合管理

引用文献: Our World in Data, WRI, WWF, Greenhouse Gases: Science and Technology, University of Cambridge News, Environmental Research Letters

2

中美农食产业和气候合作三个有前景的领域

土壤就如一个碳账户

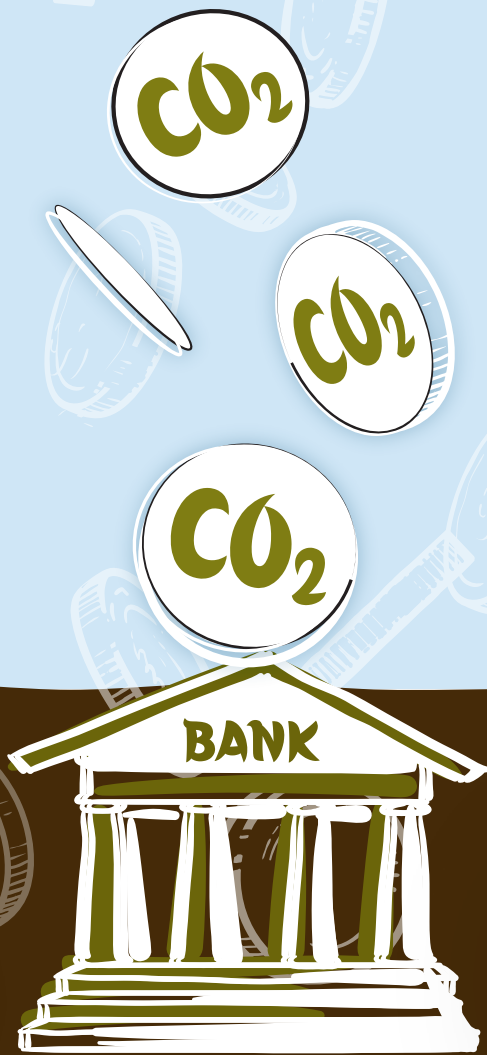
碳捕集两步走

第一, 植物光合作用吸收空气中的二氧化碳 (约每年人为排放的30%)

第二, 细菌和真菌分解碳基植物残骸, 将碳储存在土壤中。

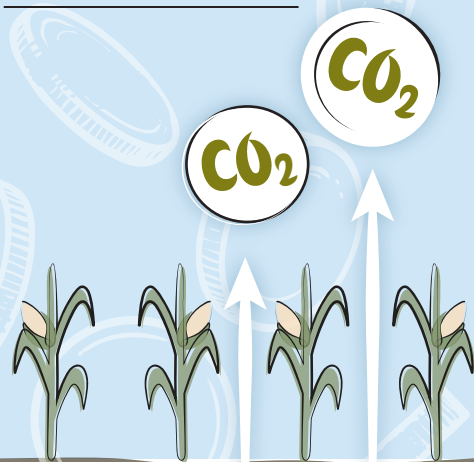


土壤是最大的碳库, 是植物储存量的3倍



保育农业可填充土壤碳账户

- 免耕法
- 覆盖作物和轮种法
- 作物、牲畜和树木综合管理
- 有管理的放牧



让土壤贫瘠的耕作法

犁耕, 单一作物, 清除残茬, 过度放牧和过量施肥都会导致土壤释放储存的碳到大气中

引用文献: Climate Central, Columbia University, Nature, Science Direct, World Bank. Research and concept by Ann Williams and 吴岚 and graphic design by Kerrin Cuison.

土壤: 无声的气候斗士

20世纪30年代,美国大平原上的过度耕作、翻耕和放牧导致了臭名昭著的“**黑色风暴**”事件。这场沙尘暴摧毁了一亿英亩的土地,迫使四十万人离开农田。政府和农耕专家作出了及时的应对,实施保护性农业来恢复土壤健康并减少沙尘暴。如今,约30%的美国农场采纳了免耕和其他土壤健康管理办法。

但灾难性的沙尘暴仍困扰着水资源丰饶的玉米带。2023年5月,伊利诺伊州中部时速55英里的风扬起新耕田里的尘土。驾驶能见度降到几乎为零,导致90辆车撞车。四位顶级土壤学家在**一篇专栏文章中解释说**,每年翻耕两到三种作物会减少土壤中的有机质和碳,导致水土流失和退化。

中国也有类似的情况。**中国科学家估计**,当前的耕作方式可能会在113年内彻底侵蚀黑龙江省(被称为中国粮仓)的黑土。一位黑龙江的农民哀叹**夏季大雨冲走的土壤难以估量**。如果中国的水土流失继续以目前的速度进行,一个等同于波多黎各大小的地区将在50年内消失,**导致粮食产量下降40%**。

健康的土壤, 健康的气候

土壤是食物生产的基础,也是供种子发芽和生长的完美媒介。健康的土壤具备理想的矿物质、有机质和空气平衡,能够使水自由流动,渗透根茎。

土壤是一个往往被忽视的碳汇。保育土壤是至关重要的气候行动,既能促进土壤健康也能巩固粮食安全。2015年举行的第21届缔约方会议全球气候谈判首次将土壤纳入气候解决方案,并提出**“千分之四”倡议**。该提案鼓励自愿采用保护性农业做法,将土壤表层的储碳量每年增加0.4%,即“千分之四”。仅仅达成这一目标就可以抵消全球每年人为碳排放的10%。同时,“千分之四”策略可以抵消**中国年化石燃料排放量的25%**。

如“土壤就如一个碳账户”信息图所示,保护性农业通过减少土壤的流失和板结、提高土壤肥力、保护水质和改善野生动物栖息地来恢复土壤和生态系统健康。免耕也减少了劳动和燃料成本,让农民从中获益。

激励保护性农业, 促进土壤和气候健康

过度耕作、不当耕作和干旱在美国和中国引发了灾难性的水土流失,迫使两国采取行动。中美科学家和政策制定者正在推广对土壤健康和缓解气候变化有益的保护性农业,形成两国可共同深耕的一个领域。

美国: 1930年代之后,说服农民放弃耕土是政府在推动保护性农业时面临的挑战。因此,国会创建了美国农业部(USDA)土壤保护局,支持各赠地大学的推广教育工作者在州和郡两级推广保护性农业。《农业法案》也于1996年创造了**EQIP计划**,激励保护性耕作方法和覆盖作物的采用。

2000年代初,美国农业部进一步采取行动,建立了**GRACEnet**(“通过农业碳强化减少温室气体排放网络”缩写)来监管传统方法下的温室气体排放,同时探索先进管理流程。美国农业部也随后开发了**COMET-Farm**,一个核算农牧场碳排放的在线工具。

自2022年以来,**美国农业部《气候智慧型农业伙伴关系赠款计划》**持续支持改善土壤健康的农业和政策实践。许多环保组织,如大自然保护协会和美国环保协会也与农民合作,激励免耕和其他气候智慧型土壤实践。

中国: 面对土壤退化和水资源短缺导致的作物产量低下,中国在1990年代引入了保护性农业。这一变革面临的直接挑战是缺乏能够穿透土壤表面

作物残茬的免耕种植设备。从那时起，各地农业大学和研究机构开始**开发合适的设备，并建立了长期示范点**。政府已将新开发的免耕种植设备提供给部分农民。

《东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025年）》在中国主要粮食产区推广气候智慧型耕作实践。2022年，中国农业农村部还发布了**《农业农村减排固碳实施方案》**。改善耕地碳汇就是该计划中十大行动领域之一。目前，中国只有不到5%的耕地实施此类方法。这些计划有望进一步促进保护性农业的广泛采用。

在中国北方，水肥一体化系统正在取代过度灌溉和过度施肥的耕作方法，该系统可将肥料和水精确地滴灌到每株作物。尽管该做法在美国通常用于蔬果等高价作物，但中国正在将其推广到谷物和田间作物上，在节约用水和减少施肥的同时促成温室气体减排。

中美可共同“深耕”的土壤领域

基于合作历史，中美农业及气候科学家们身处有利地位，可共同开发模型和遥测技术来监测和促进气候友好的农业实践。两国还可以共同应对土

土壤健康和固碳能力受损

1975年至2015年间，地球因水土流失和污染丧失了1/3的可耕地

土地退化

水土和有机物流失，生物多样性丧失，土壤板结，重金属污染及盐渍化导致美国**60%**和中国**58%**的可耕地退。

1/4

中国有超过**1/4**的可耕地受干旱、不合理的耕作、过度放牧和气候变化的影响，逐渐荒漠化。



耕地面积占总土地面积

中国 **17.7%** 美国 **37%**

消失的农田

1992至2013年，美国因土地开发失去了1250万公顷的可耕地，等同于密西西比州的总面积。

2001至2013年间，中国快速的城镇化占用了3300万公顷可耕地，约密西西比州总面积的3倍。

引用文献: American Farmland Trust, US Congress, The White House, World Bank, ScienceDirect, Reuters, Farmland Info Center, Wilson Center, Chinese State Council, Chinese Ministry of Ecology and Environment, China Daily, PNA, HUD Exchange, the Guardian, Union of Concerned

土壤健康和固碳




美国

-  **健康土壤健康气候法案 (2023年提出):**
打造土壤健康项目以资助农民采用增加土壤固碳能力的农作法
-  **气候智能型商品的合作 (2022年):**
美国农业部投资 31 亿美元用于固碳或降低温室气体排放的试点项目
-  **发展气候解决方案法案 (2021年):**
激励农民、牧场主和森林土地所有者加入自愿碳市场
-  **农田保护政策法 (1981年):**
尽量减少联邦建设项目的影响和不可逆地转化农田为非农业用地
-  **土壤保护法 (1935年):**
创建土壤保护局 (1994年更名为自然资源保护局) 来试点减少水土流失的措施和项目

向土壤账户存款

中国

-  **农业农村减排和固碳的实施方案 (2022年)**
-  **黑土保护法 (2022年):**
保护黑土地资源，确保国家粮食安全
-  **土壤污染防治法 (2019年):**
第一个全面的土壤污染法，为土地使用者制定了新的义务和责任要求
-  **土壤污染防治行动计划 (2016年):**
目标在2020年达到 90% 的受污染农田土壤能恢复到人类可以安全使用，并在 2030 年达到 95%
-  **耕地总面积动态平衡政策 (1998年):**
禁止转换高质量耕地为非农业用地

壤保育实践中有关**碳测量、监测和验证**的挑战 (由于土地类型和农业实践的多样性, 指标测量会面临挑战)。

迄今为止, 两国尚未建设共享土壤碳数据的平台。**填补这些数据**和**监测的空缺**对于估算和验证气候智慧型农业的效益至关重要。其它颇具潜力且

尚未开发的**合作领域**包括**加强保护性农业的公众意识、培训和技术援助**。

两国也在持续推动**土壤保护的碳信用额试点项目**, 以此鼓励保护性农业。加州排放交易系统 and 许多自愿性碳信用市场在美国逐渐普及, 为中国在2023年夏季启动的自愿排放交易系统提供了前车之鉴。

水稻的气候代价

甲烷和一氧化二氮等超级气候污染物导致温升比二氧化碳更快。

相比二氧化碳 CO_2 的温升潜能:

甲烷是 **80倍**

一氧化二氮是 **300倍**

水稻每天养活世界一半人口



但也是主要的温室气体排放源

水稻及其它作物的“气候智能”行动计划



依照 **通胀削减法案** 美国农业部投资**3亿美元**, 提高农业排放的计量和报告机制



中国试点用塑料膜覆盖新种的稻田以减少用水、减排甲烷和一氧化二氮。

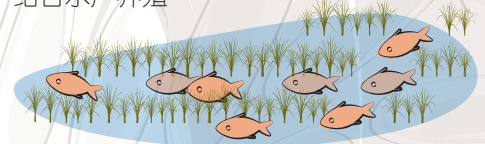
全球甲烷排放有 **12%** 来自水稻生产

全球农业一氧化二氮排放水稻田占 **11%**



新创新和解决方案

采用干湿交替灌溉法、使用塑料覆盖物和结合水产养殖

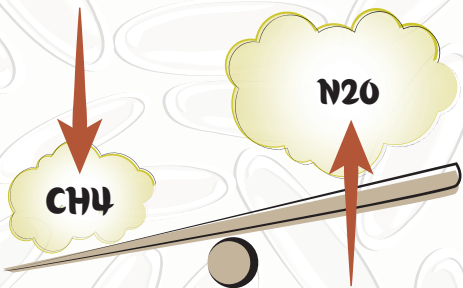


培育产量更高、甲烷含量更低的水稻新品种

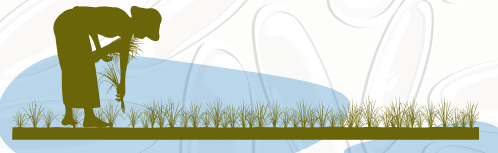


顽固的气候挑战

甲烷减排往往导致更多一氧化二氮排放



水稻生产需大量用水



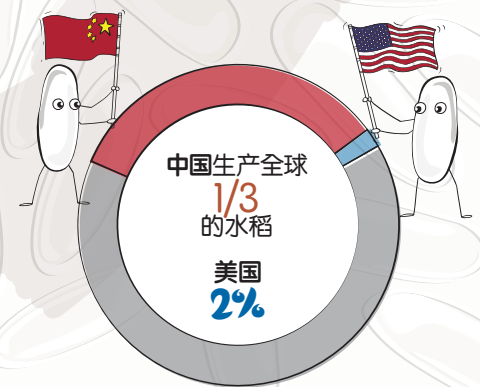
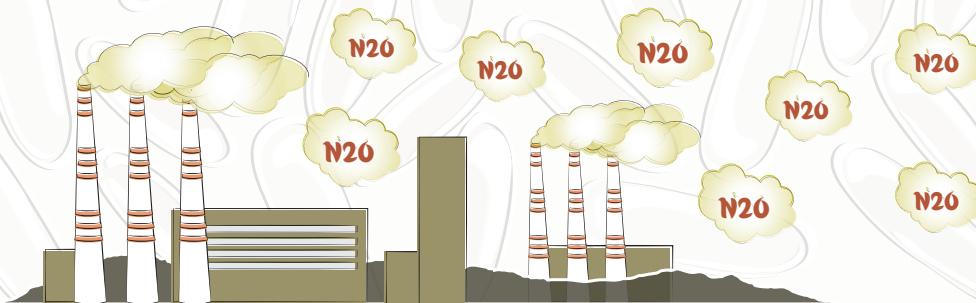
每公斤大米需

4000至5000升水



采用免耕农业和综合氮肥管理方法

全球未统计的水稻一氧化二氮排量, 拟相当于**200个**煤电厂每年的温室气体排量



引用文献: Associated Press, USDA ERS, China Dialogue, Karen Mancl, V Vinod Goud, IRRI, Josh Gabbatiss, Ei Phyu Win and Kyaw Kyaw Win, Sonoko D. Bellingrath-Kimura, Aung Zaw Oo, Mohammad Saiful Alam, Mariam Khanam, Md. Mizanur Rahman, WWF. Research and concept by Jennifer Nguyen and graphic design by Kerrin Cuison.

水稻: 顽固的气候挑战

水稻养活了半个世界。然而, 这一关键主食需要大量的水才能发芽生长。传统的种植方法分两步: 漫灌稻田以提供水稻所需的水, 施用氮肥使产量最大化。

然而, 这种增产方法会产生两个超级气候污染物——甲烷(CH₄)和一氧化二氮(N₂O)。水稻的甲烷排放占全球甲烷总排放的12%, 也占全球农田甲烷排放的48%。而土壤和作物本身都会释放一氧化二氮, 一个比二氧化碳升温力强300倍的**长效温室气体**。

两难的权衡

尽管水稻生产的甲烷排放比畜牧业更少, 仅占全国甲烷排放**总量的15.6%**, 但它仍然是中国减排工作面对的重大挑战。

相比之下, 美国大米产量仅占世界产量的2%, 但却是主要出口国, **占全球大米贸易的5%**。美国农业部在气候智慧型水稻研究和投资方面发挥着越来越大的作用, 但应对挑战还需要美国农民对试点的支持。

干湿交替种植法(AWD)可以消除水稻的甲烷排放, 即在季节中期让稻田里的水蒸发后暴露土壤, 之后再淹没田地。然而, 干湿交替法会使一氧化二氮排放均值**增加20%**, 具体增值根据环境条件和耕作方法不同而变。

中国的农民受到国家鼓励, 采用各种方法来减少水稻生产中的甲烷排放, 如使用农用塑料薄膜、采用旱地水稻生产、以及试验新水稻品种等。然而, 其中部分气候行动可能会降低产量。这种权衡使得甲烷减排措施难以得到广泛采用, 尤其考虑到中国加强粮食安全的需要。

炮制气候智慧新配方

美国和中国都具备农业研究能力来完善气候智慧型水稻的种植法, 并通过共同努力解决这一巨大挑战。甲烷是2021年中美格拉斯哥气候宣言的主要关注点, 而水稻是进行共同研究和学习的理想领域, 因为它不会触发经济或地缘战略的雷区。多年来, **美国和中国的农学家**一直在合作研发多年生水稻新品种, 旨在维持高产量的同时降低甲烷排放。两国的科学家和农民都分别试点了减少甲烷、一氧化二氮排放的新种植法——分享这些经验教训可以加快解决方案的发现。

中国的稻渔综合种养模式。粮食自给自足和农村扶贫主导着中国的农业政策。中国政策制定者也不愿意为了减少农业温室气体排放而降低粮食产量。因此, 科学家正在研究传统的水稻种植技术来实现减排目标。

历史上, 农民会在水稻田里养鱼养鸭。这些动物帮助消除害虫, 也为水稻提供肥料。这种被称为稻渔综合种养的做法在1980年代获得了国家政策支持。相较其他水稻种植法, 稻渔综合种养会释放更多甲烷, 但平均降低**一氧化二氮排放20%**。

中国的水稻覆膜种植技术。在中国, 覆膜种植技术是一种节水的新种植方法, 常见于中国北部水稻生产地区。该技术是在水稻生长季节的开始用农业塑料薄膜覆盖稻田的土壤。早期研究显示, 这种方法比普通漫灌稻田法少用水64%, 甲烷和一氧化二氮排放也少54%。

美国新水稻种植法。在美国, 成行而不是成片种植水稻是取代漫灌稻田的一种新种植法。排行种植用工少、用水少, 但需要的氮肥多25%。在研究排行种植法的排放时, 美国农业部研究人员发现它

可以减少93%的甲烷，但其效果被一氧化二氮排放增加98%所抵消。

利用碳交易等其他市场推动气候智慧型水稻。2017年，美国农业部通过“保育创新赠款”投资2260万美元，支持七名稻农出售碳信用额，为甲烷减排的环保种植法融资。微软成为第一家从这类先进水稻种植项目购买碳信用额的公司。2022年，美国农业部宣布了总金额为28亿美元的“气候智慧型农产品计划”，为采用温室气体减排技术的农户创造市场机会。仅2022年9月就有70个项目获得资助，其中包括750万美元的水稻项目。扩大农业的气候

品牌和碳市场可以成为中美交流的一个丰硕领域。美国的自愿性农业碳交易市场正在扩大当中，而中国政府也于2023年重启了甲烷减排、可再生能源和林业保护的自愿性碳排放交易市场。

稻农培训和能力建设。中美在水稻甲烷减排方面的另一个合作领域是研究因地制宜的培训项目和鼓励农民采纳新农法的激励措施。另外，如其他气候智能型农业领域一样，水稻田实施气候干预措施前后的甲烷排放变化测量、验证和报告也是中美有潜力的合作主题。

食物浪费：唾手可得的甲烷减排行动

如今，全球生产的食物有三分之一被浪费。这些食物在分解过程中排放的甲烷，占全球温室气体排放的8%到10%。这对中国和美国都有重大影响。两国在食物生产和贸易上是超级大国，但在粮食损失和浪费方面也处于领先地位——分别排名第一和第三。

2014年至2018年间，**中国有27%的食物被损失或浪费**，排放的温室气体平均为4.64亿吨二氧化碳当量。美国每年浪费和损失的食物占总产量的40%，由此产生的温室气体排放为1.7亿吨，相当于**42座燃煤电厂**。

减少中国和美国的**食物浪费**是一个**重磅气候解决方案**。两国都已采取了一些国家行动，但区域和地方政府、企业和非政府组织在这一领域更加活跃，推动了两国国内乃至全球气候谈判中的行动。

2022年，全球粮食未来联盟评估了**14个国家在其国家自主贡献(NDCs)上的粮食和气候行动**——NDCs是国家级气候倡议，也是《巴黎协定》的核心。评估结果指出，美国和中国都没有制定全面的减少食物损失和浪费的国家自主贡献目标。因

此，两国在分享反粮食浪费政策和实践经验上大有可为。

美国反食物浪费的趋势

美国最早针对食物浪费的国家行动始于2011年。当时，环保署(EPA)发起了“食物回收挑战”计划，**在接下来的十年里**，600多家公司、餐厅和大学阻止了550万吨食物进入垃圾填埋场和焚烧炉。之后，农业部(USDA)和EPA又于2016年创建了“**美国2030粮食减损减耗冠军**”项目，促使美国企业公开承诺到2030年将其自身运营中的食物损失和浪费减少50%。

拜登-哈里斯政府出台的《**通胀削减法案**》(IRA)包含了50亿美元的温室气体规划拨款，可用于帮助社区设立减少食物浪费的项目。IRA还向美国农业部**保育计划**分配大量资金，以支持和激励农场有关减少有机废物、堆肥和基础设施的项目。

在州一级，2017年有12个州出台了超过33项应对食物浪费的法案。有10个州和哥伦比亚特区为向食物银行捐赠食物提供税收优惠。2012年，佛蒙

从农场到餐桌再到填埋场



假设食物浪费集中在一个国家, 它将是**世界第三大温室气体排放源**

全球食物浪费排名, 中国第一, 美国第三



年人均浪费食物



食物浪费导致的甲烷排放

美国是 **146到295**百万吨二氧化碳当量

中国是 **153到168**百万吨二氧化碳当量

中美两国每年食物供应链的食物浪费 (单位: 百万吨)



引用文献: Carbon Brief, FAO, Forbes, iGDP, EDF, Nature, ReFed, Science Direct, USDA, and, UN. Research & concept by 钟一鸣 and graphic design by Kerrin Cuison.

特州立法机关一致通过了《全面回收法》，于2020年全面禁止食物垃圾进入垃圾填埋场（该州的食物捐赠随之增加了40%）。现在其他州也开始采取类似的禁令。

非政府组织和企业也加入了这一事业。自然资源保护委员会开展了“[珍惜食物](#)”活动，旨在为消费者和政策制定者普及如何在家中减少食物浪费的知识。世界自然基金会（WWF）也在推动企业和政府作出反食物浪费承诺，旨在2030年将美国西海岸的食物浪费减半。此外，[Feeding America](#)也与食品生产商、菜市场 and 餐馆合作，在2022年挽救了36亿磅的食物。达能、星巴克等食品公司也加入了“[农场食物联盟](#)”来加快好氧消化食物垃圾产生可再生能源技术的采用。

中国反食物浪费政策、计划和项目趋势

中国是世界上为数不多的实施反食物浪费法的国家。2021年4月《[中华人民共和国反食品浪费法](#)》对违规餐馆——中国最大的食品浪费主体——处以巨额罚款。该法还对食品生产商、餐饮服务业、行业协会以及公众提出了要求。《反食品浪费法》让中国从开展宣传活动和自愿性食品节约转向了有实际约束力的监管方式。

中国最初推动反食物浪费始于2013年的“[光盘行动](#)”，鼓励政府官员（以及公众）在宴请和接待时杜绝食物浪费。2020年推出的“[光盘行动2.0版](#)”鼓励餐馆减少餐食份量并取消最低消费费用。许多自助餐厅甚至开始向顾客收取“[光盘押金](#)”。2020年《[固体废物法修正案](#)》[禁止餐馆过度浪费食物](#)，并将“光盘行动”纳入法律。

2017年，中国提出了城市生活垃圾强制分类收集的政策，促使许多城市建造了堆肥和厌氧消化设施，用于安全处理食物垃圾并回收甲烷发电。该

指令还激发了[社区堆肥](#)活动，将城市厨余垃圾转化为宝贵的土壤改良剂。农场也不例外，2020年“十四五”农业规划和2021年《[粮食流通管理条例](#)》都以减少食物损失为目标。这两项措施还包括改善粮食储存和运输系统的规定。企业也在通过创新减少食物浪费。2021年，中国折扣杂货店好特卖销售了超过3亿件临期食品，减少了超过7万吨的食物浪费和14万吨的碳排放。[深圳市](#)动员了45家企业将余量食物捐赠给当地的食物银行，并通过应用程序分发给有需要的人。这一举措在2023年节约了43吨食物并减排86吨温室气体。包括沃尔玛中国在内的大型零售商于2021年与中国余量食物捐赠网络合作，建立了食品安全标准和余量食物的捐赠与分发模式。

中国和国际非政府组织正在通过[创新方法](#)减少食物浪费。自2020年以来，社会企业瑞尔行为中心（[RARE](#)）和[世界自然基金会（WWF）北京分会](#)持续与中小型餐馆合作，通过举办零浪费食谱竞赛、制作教育桌游、以及供员工测量和追溯厨余垃圾的应用程序，改变管理人员和厨房员工的行为。

从农场到餐桌再到填埋场：一个丰富的共同学习之旅

除了采纳城市反食物浪费政策和行动外，美国和中国还可以分享利用厨余垃圾生产动物饲料的实践经验和相关政策。这种惯用的作法因动物疾病的担忧而停滞，但作为食物垃圾再利用的方法前景广阔。

这份简短的路线图仅触及了中美在减少农食系统温室气体排放方面共同面临的众多挑战中的一小部分。本文概述了土壤、水稻和食物浪费作为颇具潜力的减排领域，可以在这些领域展开新的联合气候对话。

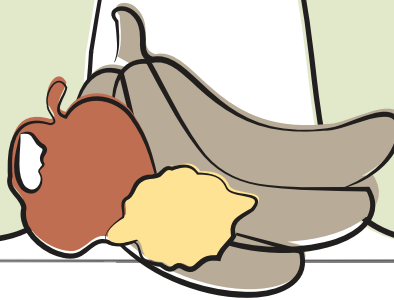
中美食物浪费政策

中国反食物浪费政策 计划和项目

- 《反食品浪费法》(2021年)
- 《粮食流通管理条例》(2021年)
- 《“十四五”全国农业绿色发展规划》
(2020年)
- 《固体废物法修正案》(2020年)
- 中国46个试点城市实施垃圾分类项目
(2017-2020年)
- 光盘行动(2013年)

美国反食物浪费政策 和计划

- 多项反食物浪费管理法案正在国会审议中
(如《零浪费食品法案》(2023年))
- 美国多个州通过有机废物禁令和食材残余
回收法(2020-2022年)
- 2018年农业法案制定了第一个减少粮
食损失和浪费的专项计划
- 美国EPA推出2030年粮食减损减耗
冠军计划(2016年)



3

第三节：中美食物和气候合作机会丰饶

这些对话都将在2023年11月《关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明》之后重新启动。该声明特别提出对州、省和城市之间的气候合作的支持，延续了奥巴马政府时期成功的[地方性气候伙伴关系](#)。《阳光之乡》声明中对地方合作渠道以及甲烷和一氧化二氮排放管理的描述，有望成为农食领域气候交流和相互学习的敲门砖。

下面，我们简要概述其他适合两国气候合作的农食领域。这些领域与土壤、水稻和食物浪费议题一样属于非竞争性领域，是政策和科学合作的理想选择。本文着重讨论畜牧业甲烷、绿色农业交通、适应性农业以及低碳农业融资战略的议题。

农业甲烷：牛及其他牲畜的减排“牛”势

甲烷是一个短期气候超级污染物，其升温潜力是二氧化碳的80倍。[2021年联合国全球甲烷报告](#)强调农业是人为甲烷排放的[最大来源](#)，其次是煤炭、石油和天然气。农业活动约占美国和中国[甲烷排放总量的40%](#)，其中大部分来自畜牧业(66%)和水稻种植(20%)。

畜牧业的甲烷排放主要来自动物饲料、粪便和肠道发酵，后者尤其具破坏力。牛和其他牲口打嗝产生的甲烷排放占全球农业甲烷排放的[40%](#)。一项针对牛的甲烷排放分析显示，有[97%](#)来自打嗝，

剩余3%来自粪便。而粪便在分解过程中既排放甲烷又排放一氧化二氮。另外，随着对猪肉、鸡肉和鸡蛋的需求上升，[来自猪和鸡粪的甲烷排放也在不断增加](#)。然而，牲畜中最大的甲烷罪魁祸首仍是牛，占美国总牲畜甲烷排放的86%。中国是[世界上最大的农业甲烷排放国](#)，其中43%的排放来自牛。

虽然中美科学家没有在这一领域合作，两国一直在进行关于饲料、育种和疫苗的研究，希望以此减少牛的甲烷排放。这些策略可帮助[实现全球农业甲烷减排目标的60%](#)。

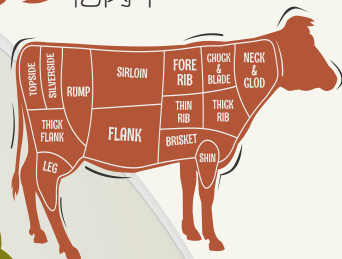
牛的甲烷“蹄”印

14.5% 的温室气体排放来自牲畜

牲畜打嗝和放屁排出的甲烷占全球总排量的40%，其中牛占主要部分。

#1 全球农业温室气体排放第一大来源是牛

全球有15亿肉牛



一头牛每年打嗝排放220磅甲烷

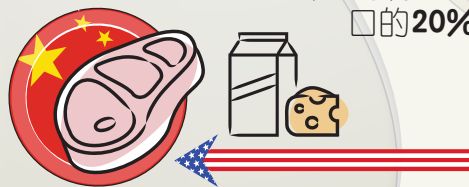
牛肠道的甲烷排放97%来自打嗝，3%来自放屁。

Burp!

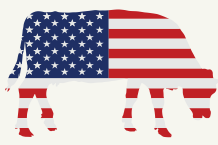
中国农业甲烷排放的43.4%来自牛



中国是美国牛肉第3大进口国，也占美国乳制品出口的20%



美国农业甲烷排放的86.2%来自牛



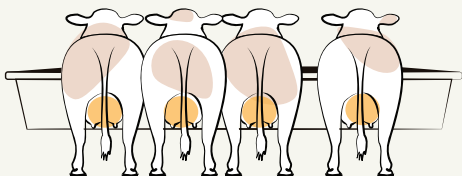
倾斜的“牛”秤

美国和中国牛的数量占世界

20%

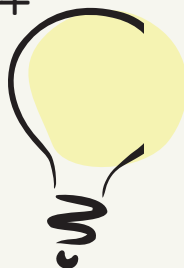
影响牛的甲烷排放的因素有

- 1 进食量
- 2 胃细菌的变化
- 3 食物类型



创新解决方案

- 采用新型饲料和饲料添加剂减少打嗝
- 培育气候友好型奶牛
- 捕集粪便释放的甲烷作能源



减排“牛”势

- 美国签署全球甲烷承诺旨在2020年减排30%
- 2023年，美国农业部拟支持9个气候智能型乳制品项目
- 中美格拉斯哥宣言宣布优先着手甲烷减排
- 中国在COP27公布国家甲烷行动计划
- 中国2016年颁布指导方针，旨在2030年将肉类消费减少50%

引用文献: CBS News, China Dairy Industry Association, Christopher Gambino, FAS/USDA, Food Unfolded, Global Citizen, Journal of Animal Science, Journal of Cleaner Production US EPA, Reuters, UC Davis, Undeniably Dairy, University of Nebraska-Lincoln Institute of Agriculture and Natural Resources. Research & concept by Jennifer Nguyen and graphic design by Kerrin Cuisson.

专题框2.

双边科学与政策对话的成熟领域

农业绿色交通: 美国是世界最大的交通运输二氧化碳排放国, 中国紧随其后。美国2021年温室气体总排放有28%来自交通运输, 其中10%来自农业。相比之下, 交通仅占中国总二氧化碳排放的12.42%。尽管农食产业的交通运输排放(农场设备和冷链)数据甚少, 据《自然》期刊估计, 农场车辆占农业温室气体总排放的5.4%。然而, 农业在两国交通运输绿化的进程中被忽视。农业设备和食品冷链运输中氢氟碳化物(一种短期气候污染物)的脱碳是两国减少温室气体排放的潜在机会。

气候变化下的农业适应科学和政策: 中美农业面临共同的气候变化威胁。极端天气正在加剧洪水和干旱, 摧毁农作物并降低土壤质量。因此, 两国都在试验气候适应性农业实践, 为共同的科学学习提供了许多课题领域。

一个常被忽视的农业气候威胁是夜间升温(21度到27度)。它能影响可种植的作物种类, 降低作物产量, 并危及畜禽健康。在热应激反应下, 动物进食减少, 生长放缓, 产奶下降, 繁殖成功率也会降低。炎热和潮湿的气候甚至能致死奶牛、家禽和猪。在美国, 牲畜热应激每年造成的损失约为20亿美元。

中美研究人员可以联手帮助畜牧业适应气候变暖, 从育种和动物遗传学来提高牲畜的耐热性。政策也需要作出改变, 来支持关键适应性研究和基础设施建设。

低碳农业的融资策略: 尽管美国和中国在农食产业都具备减缓和适应气候变化的巨大潜力, 两国仍需要加强对气候智慧型农业的资助。

中国是全球最大的可再生能源和新兴清洁技术(如电动车和储能电池)的投资者。中国采取了自上而下的绿色金融结构, 由北京推动一系列绿色金融工具的出台——绿色债券、国家碳市场、绿色金融试验区等。自2019年起, 中国农业发展银行与气候债券倡议组织联手开展了绿色农业债券的标准制定和试点项目。

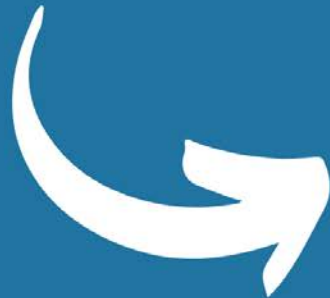
相比之下, 美国政府则采取了自下而上的绿色融资结构, 通过投资来刺激市场发展清洁能源和其他环保产业和技术。2022年, 拜登政府对气候智慧型农业作出了前所未有的投资, 美国农业部宣布将投入31亿美元来扩大“气候智慧型农业伙伴关系”市场, 而《通胀消减法案》也会在五年间为气候智慧型农业额外提供195亿美元的资金。

引用文献: AgWeb, Business Wire, California-China Climate Initiative, China Dialogue, China Newsweek, Climate and Clean Air Coalition, Climate Change Research (China), Council on Foreign Relations, Earth.org, Environmental Defense Fund, European Commission, Feeding America, Food and Agriculture Organization, Global Alliance for the Future of Food, Global Times, Greenhouse Gases: Science and Technology, International Energy Agency, IOPScience, Journal of Geographical Research: Biosciences, Library of Congress, Nanjing University Lishui Institute of Ecological Environment, National Public Radio, Natural Resources Defense Council, Nature, Our World in Data, Project Drawdown, Rare, SaveTheFood, ScienceDirect, Sciendo, Springer, Sznnews, The International “4 per 1000” Initiative, The Land Institute, The Poultry Site, The World, Time Magazine, UNEP, University of Cambridge, US Department of Agriculture, US Department of State, US Environmental Protection Agency, Wilson Center’s New Security Beat, World Resources Institute, World Wildlife Fund, Xinhuanet

碳索 农业



查看更多分析、
报告、会议、播客，
请扫二维码





One Woodrow Wilson Plaza
1300 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, DC 20004-3027



**China
Environment
Forum**

- 🌐 www.wilsoncenter.org/program/china-environment-forum
- ✉ cef@wilsoncenter.org
- 📘 facebook.com/chinaenvironmentforum
- 📷 @cefatwilson
- ✂ @WilsonCEF
- ☎ 202.691.4000