



农食系统与碳中和： 中国农业与食物相关温室气体排放 路径分析

绿色创新发展中心

2023年3月25日 广州 | GDTP年会

1: 农食系统与气候变化

2: 中国农食系统与气候变化

3: 农食系统减排路径分析

4: 农食系统减排对策建议



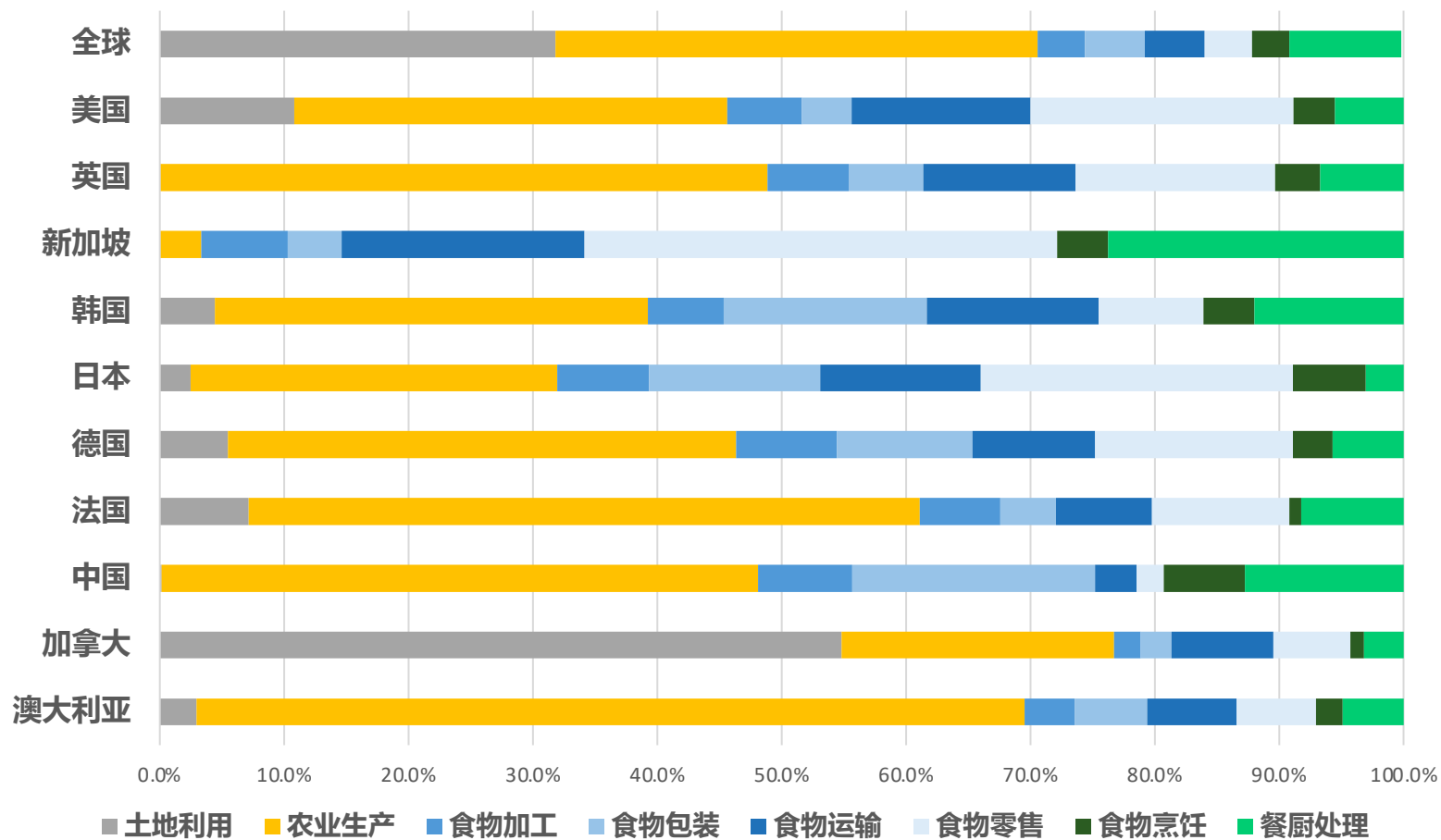
农食系统在气候变化减缓和适应中扮演重要角色

农食系统：主要指为满足食物需求所展开的农业生产、食品加工、包装、运输、零售以及消费过程中各个环节所组成的整体系统，具体包括耕地和牧场的准备、农作物种植和畜禽养殖的展开、到食物的加工、包装和运输零售、再到食物的烹饪和餐厨垃圾处理。



全球 1/3 的温室气体排放来自农食系统，在2012—2017年平均每年排放达到160 亿吨CO₂e.

分国家和地区农食系统温室气体排放 (2015)



数据来源: iGDP 基于EDGAR Food database 做的计算



2. 中国农食系统与气候变化



可持续农食系统可以在中国的 长期战略中发挥重要作用



Rural revitalization

乡村振兴

Common prosperity

共同富裕

Public Health 公共健康

Food security 食品安全

Carbon peaking and carbon neutrality

碳达峰碳中和

Ecological civilization

生态文明

Biodiversity protection

生物多样性

Circular Economy 循环经济

Zero-waste city 零废城市



iGDP

我国促进农食系统温室气体减排的政策梳理

食物生产准备

- 《退耕还林条例》、《生态文明体制改革总体方案》

农业生产

- 《全国农业可持续发展规划（2015-2030）》、《到2020年化肥使用量零增长行动方案》、《到2020年农药使用量零增长行动方案》、《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》、《畜禽粪污资源化利用行动方案（2017-2020年）》
- 《“十四五”全国农业绿色发展规划》、《“十三五”控制温室气体排放工作方案》
- 《数字农业农村发展规划（2019-2025）》
- 《2018-2020农业机械购置补贴实施指导意见》

农场到餐桌

- 《关于加快我国包装产业转型发展的指导意见》、“新限塑令”
- 《绿色高效制冷方案》、《基加利修订案》

食物浪费

- 《生活垃圾分类制度实施方案》、《反食物浪费法》
- 《中国食物与营养发展纲要（2014—2020年）》、《中国居民膳食指南》

农业农村减排固碳实施方案

• 主要目标

- 种植业养殖业单位产品排放稳中有降
- 农田土壤固碳能力增强

• 重点任务

- 稻田甲烷减排行动
- 化肥减量增效行动
- 畜牧低碳减排行动
- 渔业减排增汇行动
- 农机绿色节能行动
- 农田碳汇提升行动
- 秸秆综合利用行动
- 可再生能源替代行动

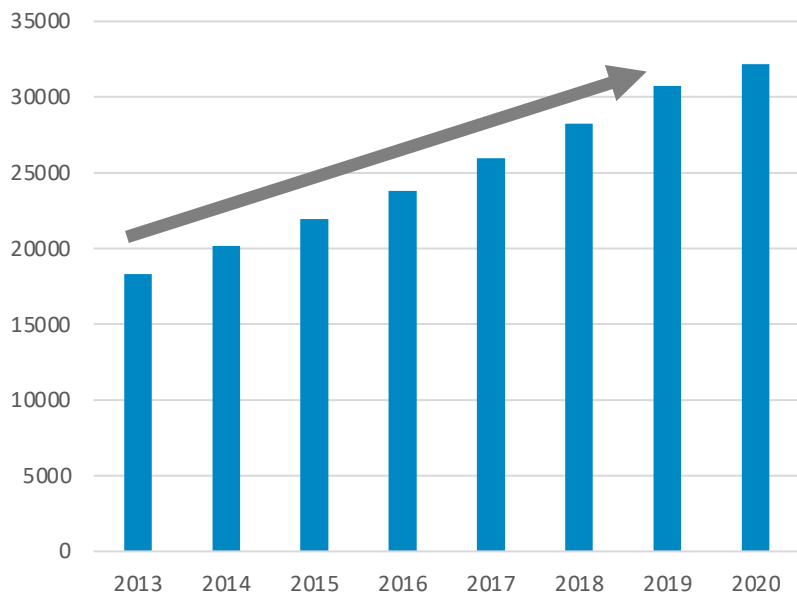


现有和新兴的减排实践和减排技术

	减排技术与实践
农业生产	畜禽粪污产沼气
	调整饲料结构、增加饲料辅料
	稻田灌溉模式调整、降低土壤耕作强度、种植和选育合适的水稻品种
	测土配方施肥、施用有机肥、使用缓释肥和硝化抑制剂
	推广再生农业，例如保护性耕作
农场到餐桌	精准农业
	简化食物包装、采用可降解的生物基材料、加强包装材料回收利用
	低GWP 值制冷剂采用
食物消费	绿色冷链
	垃圾分类、餐厨垃圾资源化利用
	膳食结构调整、推广居民膳食指南

中国农食系统排放的驱动因素

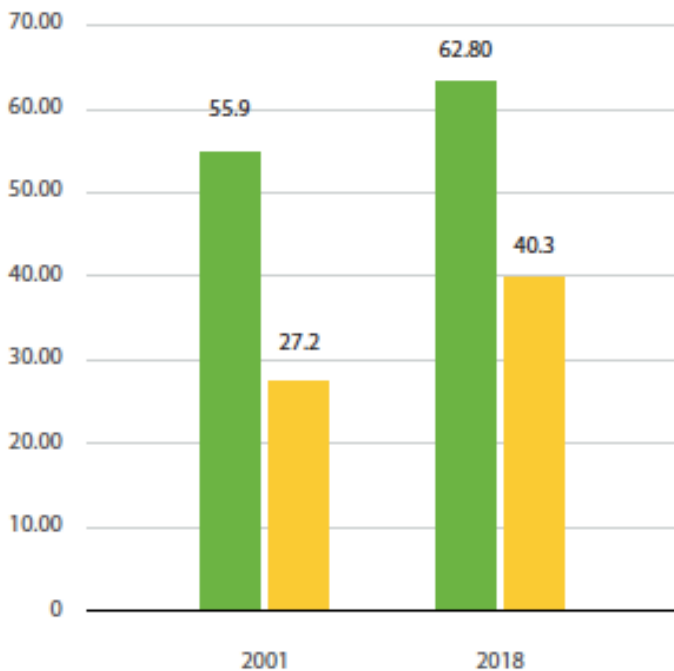
我国居民人均可支配收入, 2013-2020 (RMB)



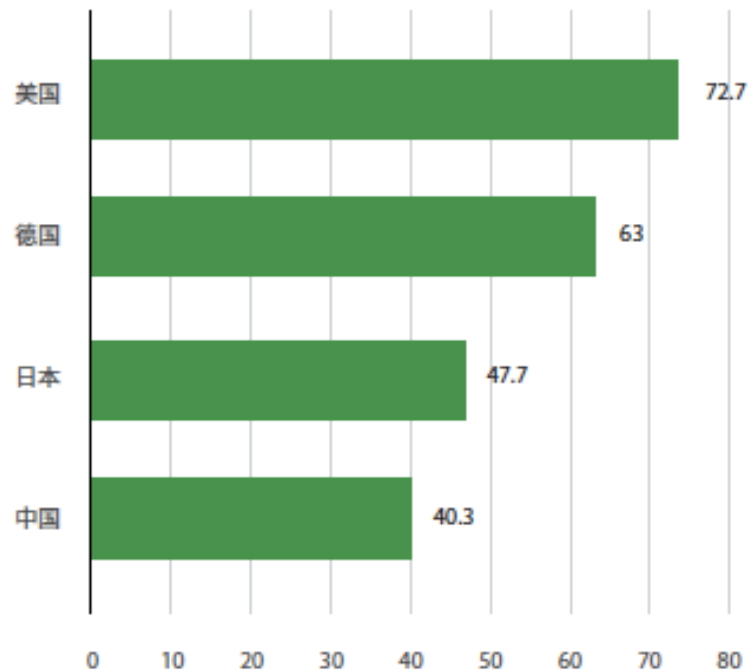
数据来源: 国家统计局

图 3. 中国人均动物蛋白和植物蛋白消费比较, 以及中国与其他国家动物蛋白摄入量比较 (克/人/天), 2018

■ 植物蛋白 ■ 动物蛋白



数据来源: 粮农组织 (FAO), 2018



iGDP

3. 农食系统减排路径分析



研究范围和方法

主要排放源		主要温室气体			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-gases
农业生产	农业投入品 (化肥、农药、农膜)	√	√	√	
	稻田种植		√		
	畜禽肠道发酵		√		
	畜禽粪污管理		√	√	
	农业用能	√			
农场到餐桌	食物加工	√			
	食物包装	√			
	食物存储运输	√			√
	食物零售	√			√
食物消费	食物烹饪	√			
	厨余垃圾处理	√	√		

情景设置

• 参考情景

- 基于我国经济社会发展和绿色低碳转型趋势，估算未来农食系统排放。

• 强化减排情景

- 在参考情景的基础上，考虑到延续和加强已经实施的绿色发展行动及低碳农业行动，以及主要排放源下其他尚未纳入的具有成本有效性的减排行动。

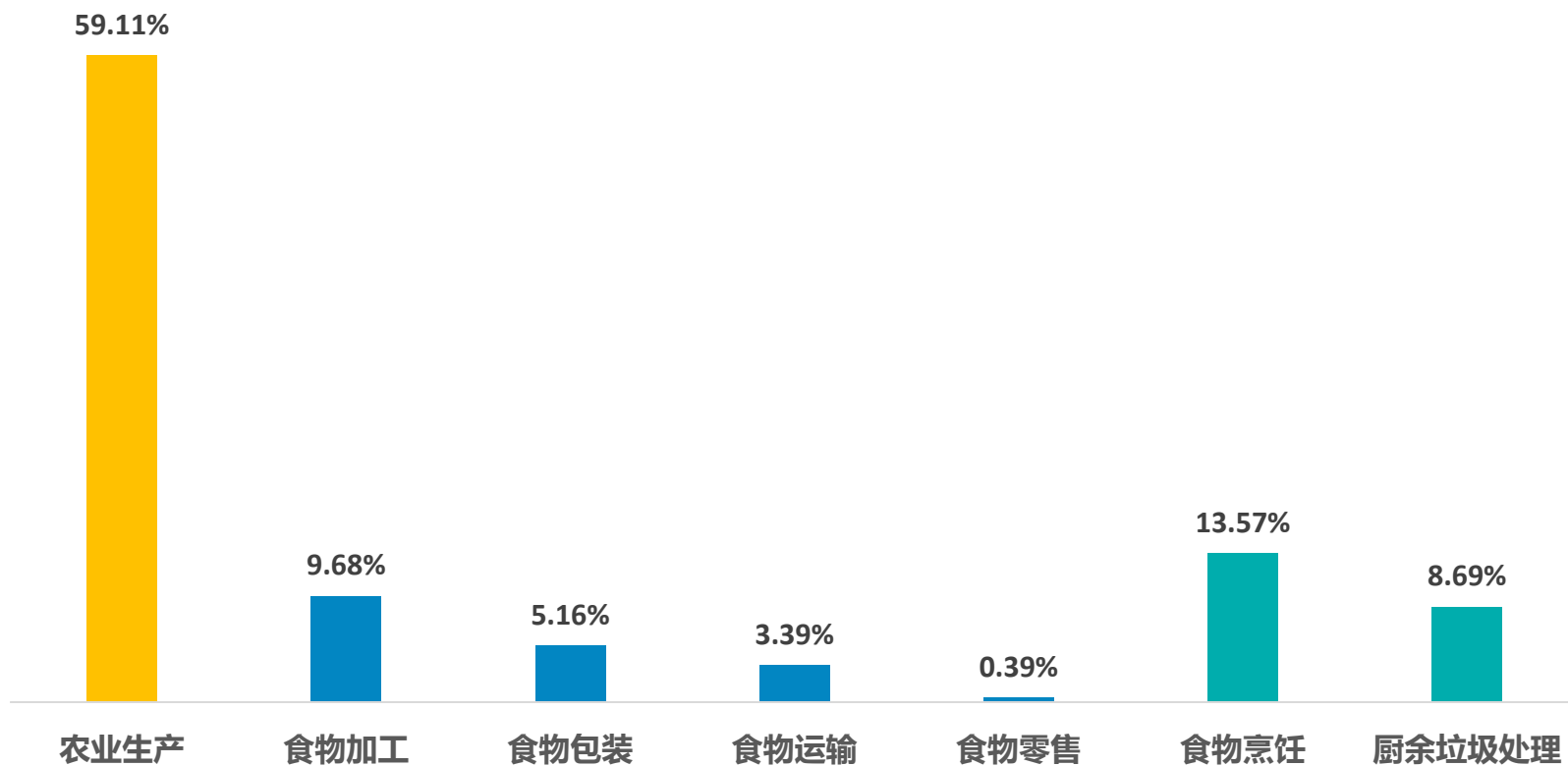
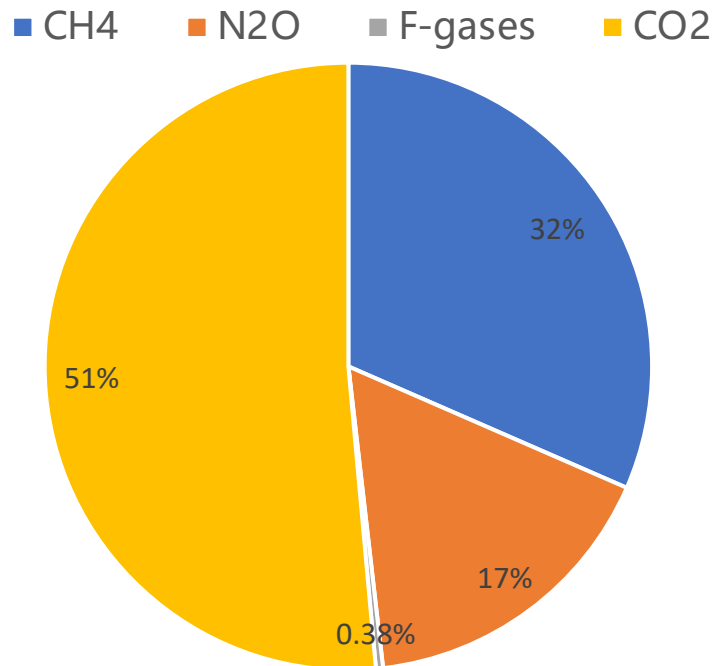
• 深度减排情景

- 基于国内外已有减排实践，在强化减排情景的基础上，强化绿色发展行动以及所有技术可行的低碳行动。



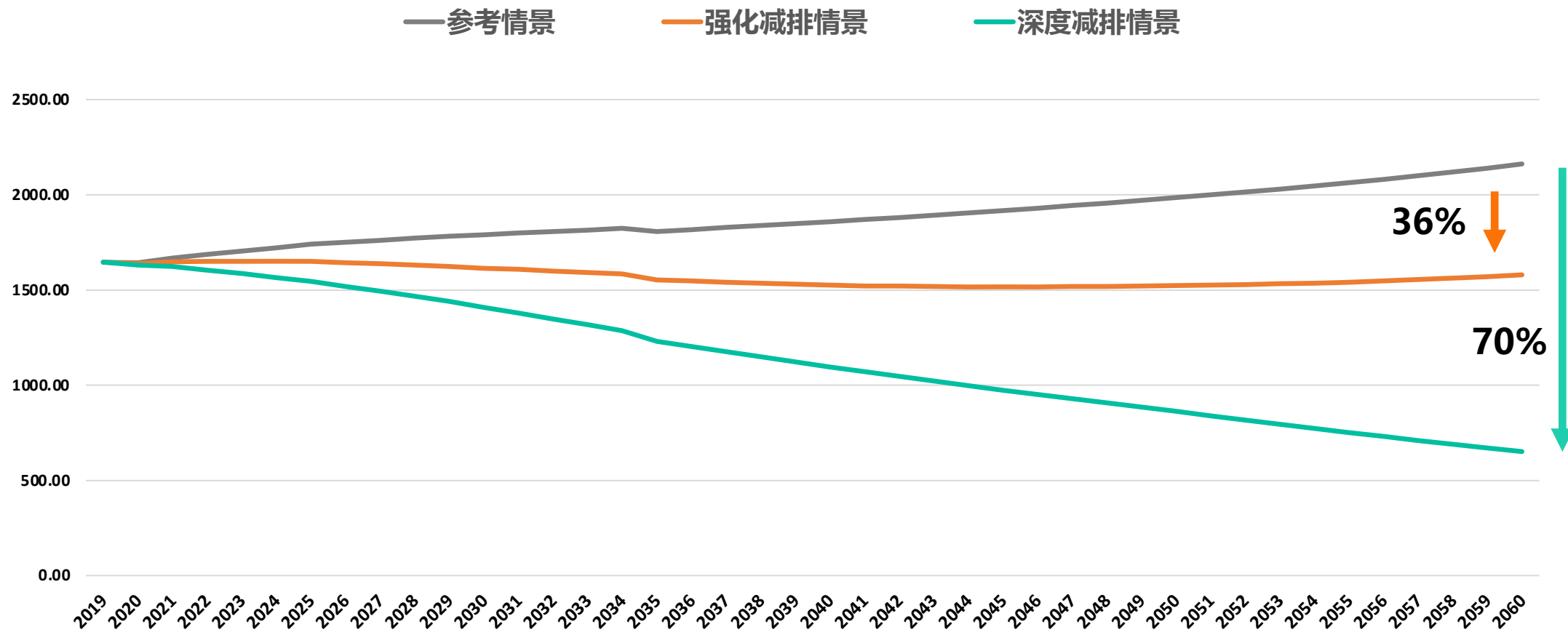
中国农食系统排放现状

2019年我国农食系统温室气体排放16.5亿吨CO₂e.



数据来源: iGDP 计算.

不同情景下我国农食系统温室气体排放 (百万吨 CO₂e)

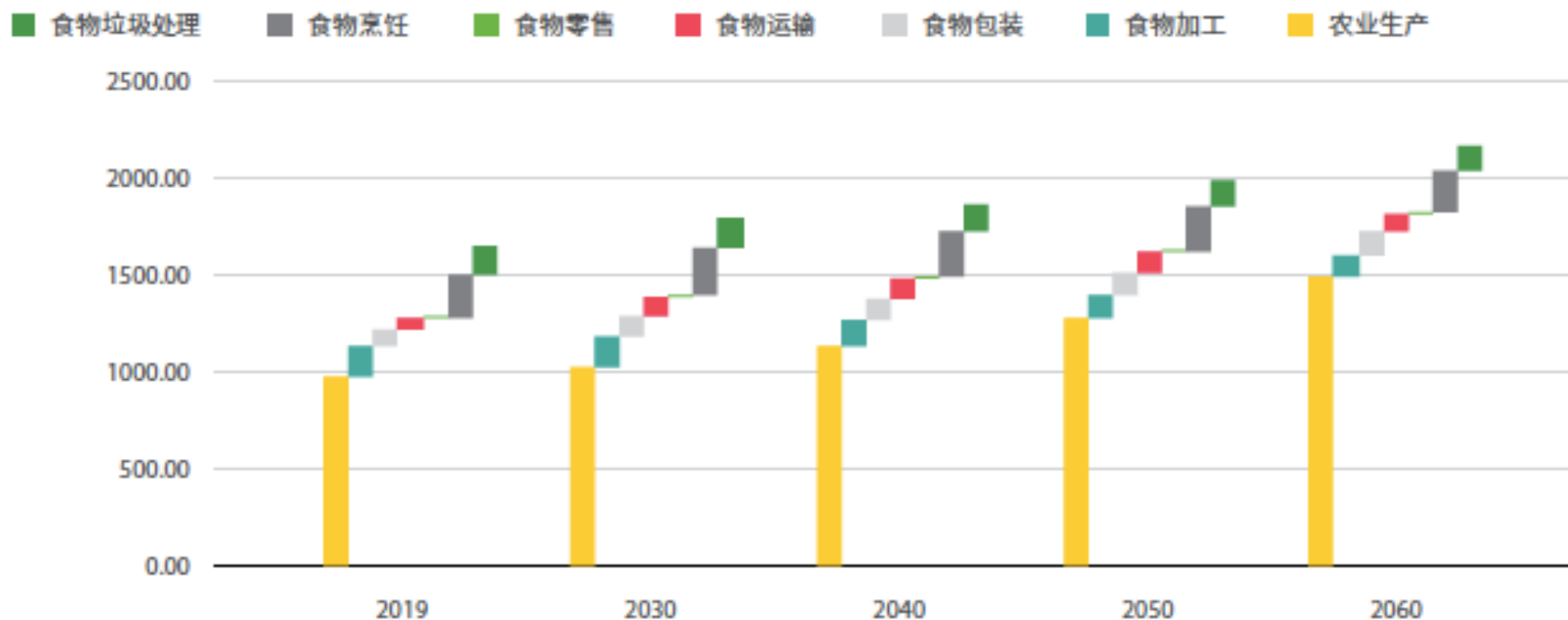


数据来源: iGDP 计算.



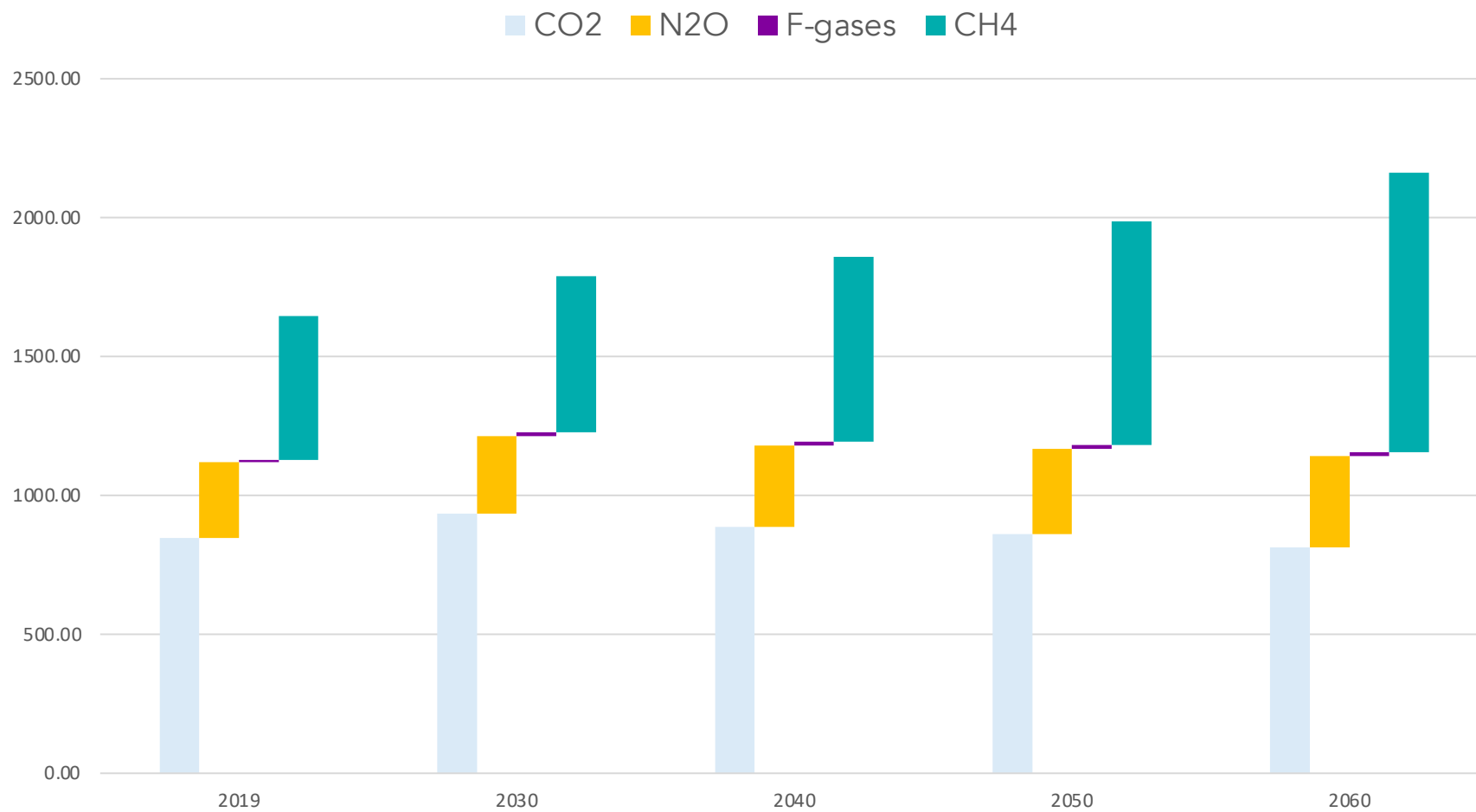
参考情景

我国农食系统温室气体排放将持续上升，2060年总排放达到21.62亿吨CO₂e, 比2019年增加30%左右。



数据来源: iGDP 计算.

参考情景

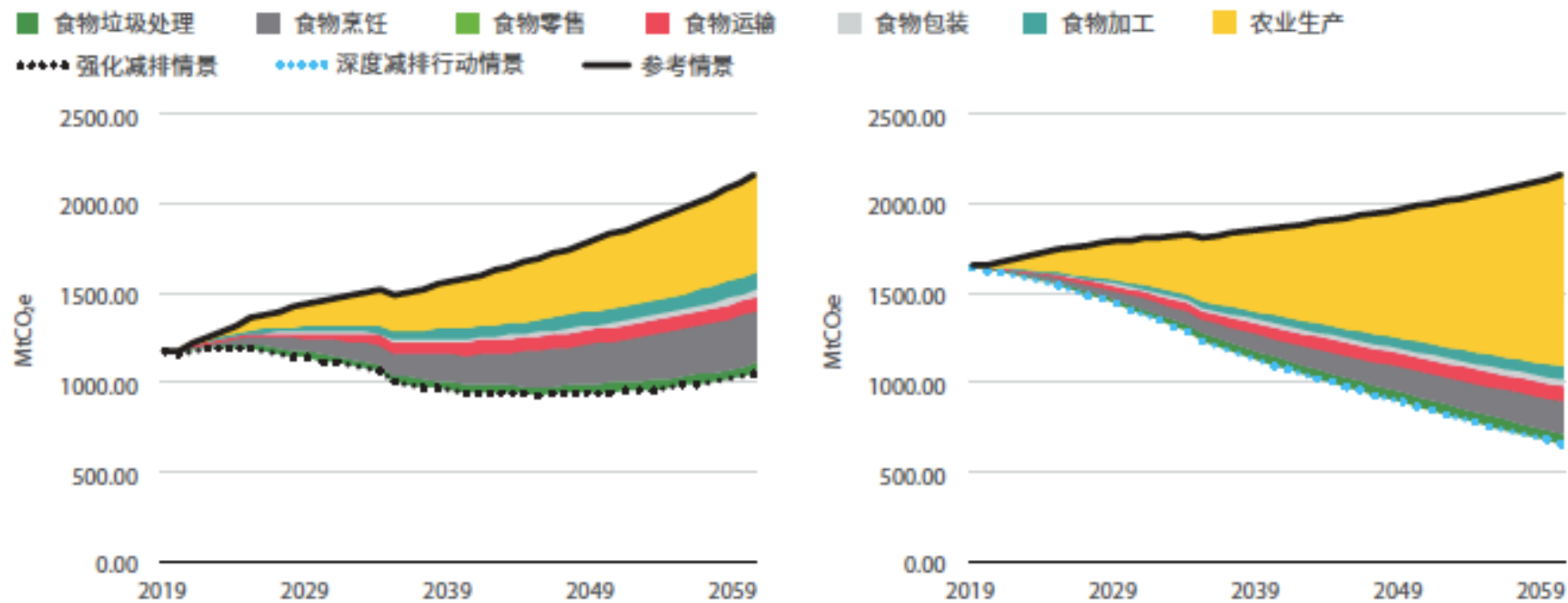


数据来源: iGDP 计算.



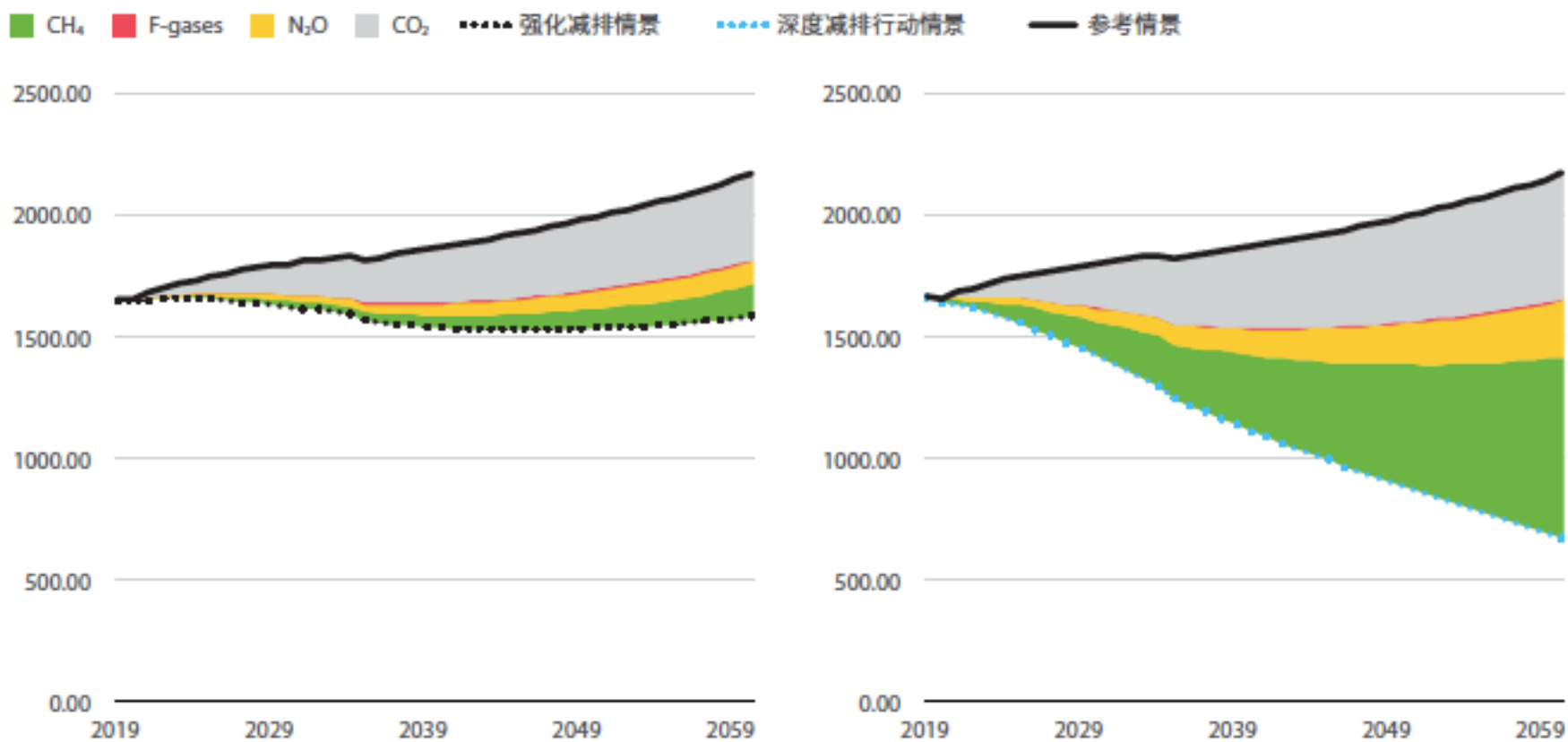
iGDP

图 8. 强化减排情景和深度减排情景下我国农食系统分阶段减排潜力 (百万吨 CO₂e)



	强化减排情景 2050 vs. 2019	深度减排情景 2050 vs. 2019
农业生产	增长 9%	降低 47%
食品加工	增长 50%	降低 58%
食物包装	增长18%	2030年达峰并逐步下降到2019水平
食物运输零售	2030年左右达峰	2025 左右达峰
食物烹饪	降低 52%	降低 62%
厨余垃圾处理	降低 20%	降低 43%

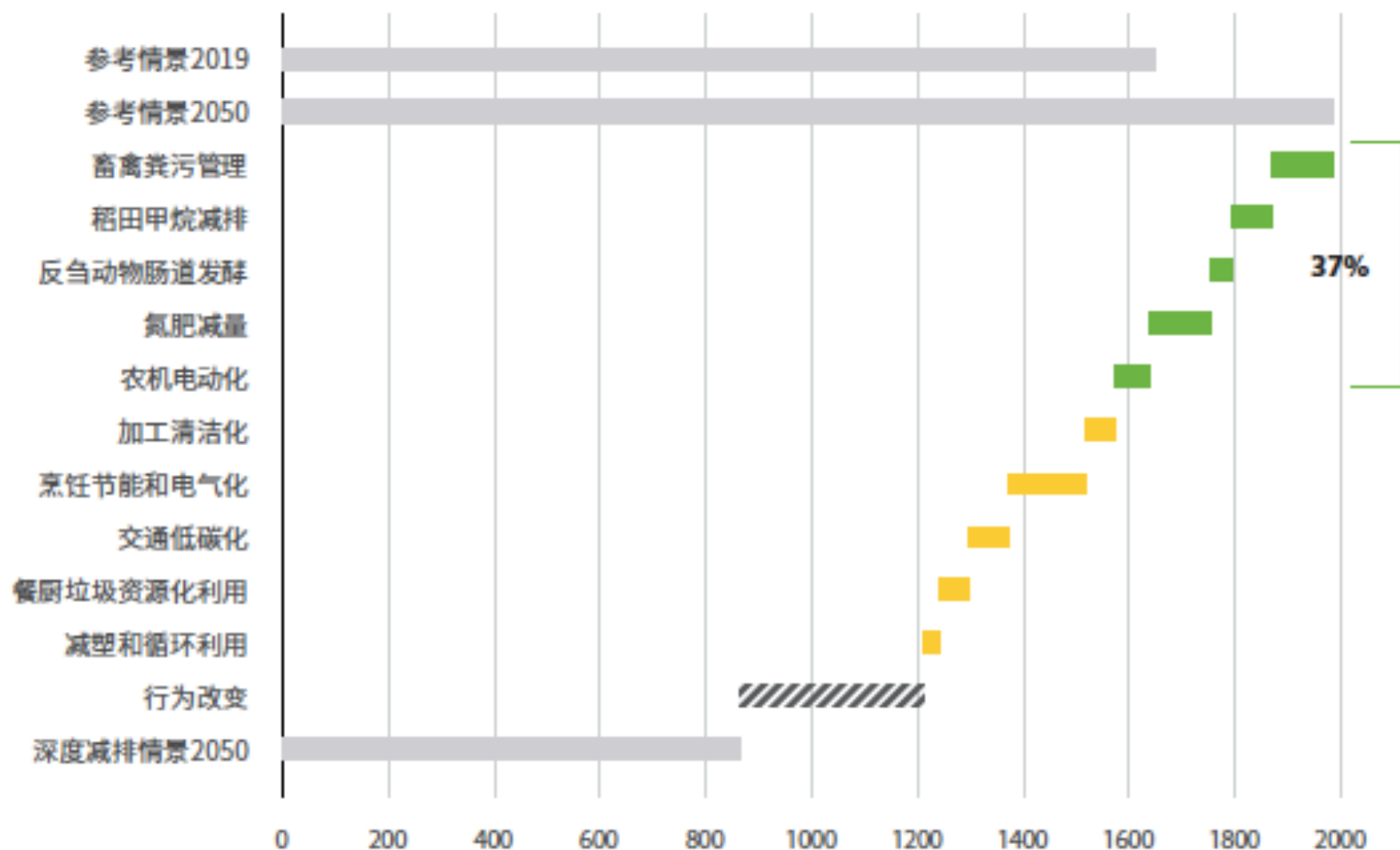
图 9. 强化减排情景和深度减排情景下我国农食系统分气体减排潜力（百万吨 CO₂e）



	强化减排情景	深度减排情景
CH₄	增加 40%	降低 43%
N₂O	降低大约 14%	降低 50%
F-gases	2030 左右达峰后逐渐下降到 2020年水平	2030 左右达峰后逐渐下降到 2020年水平
CO₂	降低 34%	降低 50%

不同减排行动的减排潜力

深度减排情景 (2050年, 百万吨CO₂e)



农食系统重点减排行动（深度减排情景，2050年）

优先行动	主要措施	2050减排贡献	主要障碍
畜禽粪污管理	沼气资源利用	11%	经济刺激
氮肥减量	氮肥增效剂, 缓释肥 保护性耕作 测土配方	10%	实施力度 经济刺激
农机节能和电动化	农机能效提升和电动化	5.8%	农机电动化政策和标准引导
烹饪节能及电气化	烹饪节能及电气化	12.8%	经济刺激
交通低碳化	交通能效提升 货运电动化 低GWP值制冷剂	7%	政策引导
食品加工清洁化	能效提升	5%	政策引导
餐厨垃圾资源化利用	垃圾分类和餐厨垃圾资源化利用	5%	对垃圾资源化规模发展的经济刺激
稻田甲烷减排	灌溉管理 直播旱种	6.6%	低成本技术 实施难度
反刍动物肠道发酵减排	动物育种 饲料添加剂	3%	低成本技术
减塑和循环利用	可回收包装 可降解包装材料	2.8%	实施难度大
膳食和消费行为调整*	素食 本地食物消费	-	实施难度大



4. 农食系统减排对策建议



1. 制定综合性的农食系统碳中和战略

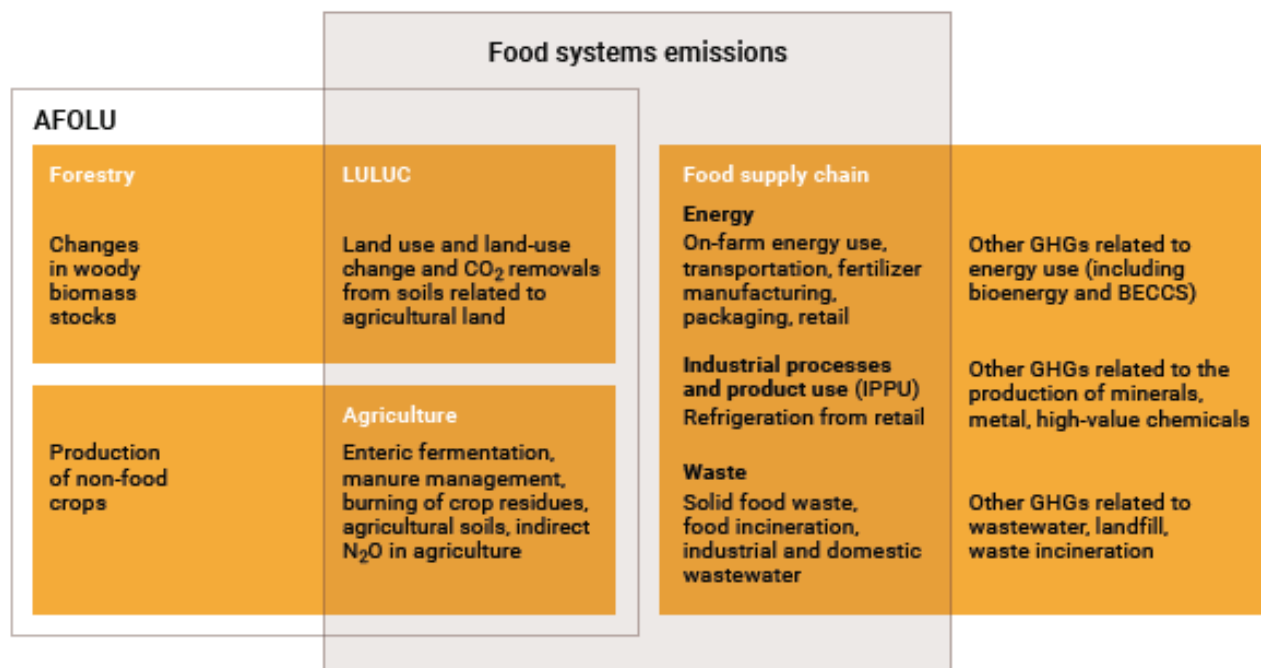
- 制定综合性的农食系统行动方案
- 设定量化目标：
 - 碳排放下降目标
 - 碳强度目标
 - 食物浪费下降目标

	排放源	相关领域
农业生产	农业投入品 (化肥、农药、农膜)	工业、农业
	稻田种植	农业
	畜禽肠道发酵	
	畜禽粪污管理	
农业用能	能源	
农场到餐桌	食品加工	能源、建筑
	食物包装	工业
	食物存储运输	交通
	食物零售	建筑
食物消费	食物烹饪	建筑
	厨余垃圾处理	废弃物



2. 建立农食系统环境数据 以支持科学决策

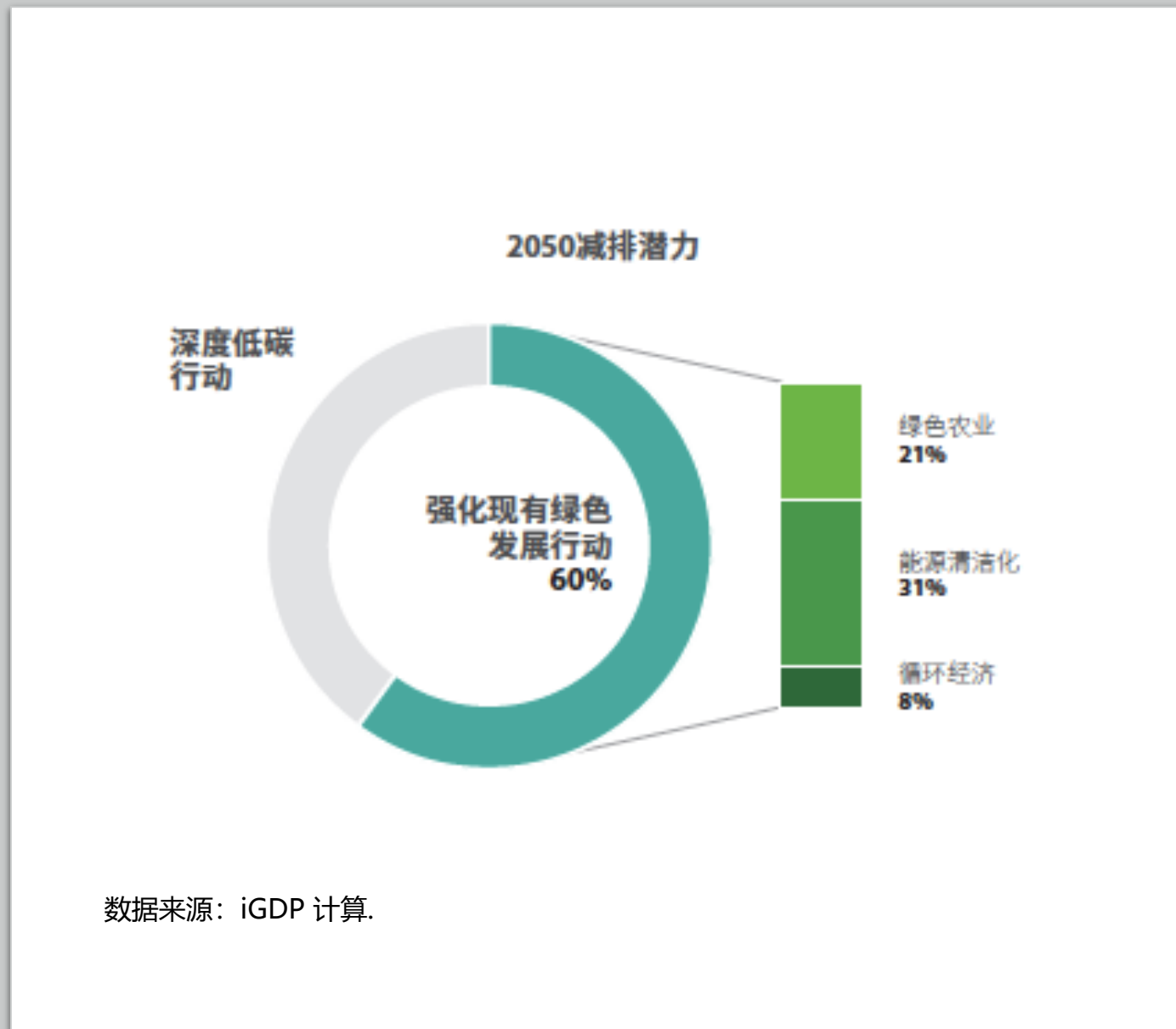
- 梳理不同部门下关于食物生产和消费的温室气体排放活动，为农食系统减排政策提供数据基础。
- 结合生态食品、绿色食品等体系，将碳信息纳入其中。



Source: UNEP. (2022). Emissions Gap Report 2022.

3. 优化现有绿色低碳行动以扩大减排效果，尤其是甲烷减排力度

- 为绿色农业提供技术支持
- 推动能源低碳化
- 在无废城市基础上加强已有减排行动



4. 推动农食系统的能源 低碳化

- 提高农机能效提升和中小型农机的电动化
- 推动城市食物运输轻型货运电动化
- 推动烹饪节能和炊事电气化

优先行动	主要措施	2050减排贡献	主要障碍
畜禽粪污管理	沼气资源利用	11%	经济刺激
氮肥减量	氮肥增效剂, 缓释肥 保护性耕作 测土配方	10%	实施力度 经济刺激
农机节能和电动化	农机能效提升和电动化	5.8%	农机电动化政策和标准引导
烹饪节能及电气化	烹饪节能及电气化	12.8%	经济刺激
交通低碳化	交通能效提升 货运电动化 低GWP值制冷剂	7%	政策引导
食品加工清洁化	能效提升	5%	政策引导
餐厨垃圾资源化利用	垃圾分类和餐厨垃圾资源化利用	5%	对垃圾资源化规模发展的经济刺激
稻田甲烷减排	灌溉管理 直播早种	6.6%	低成本技术 实施难度
反刍动物肠道发酵减排	动物育种 饲料添加剂	3%	低成本技术
减塑和循环利用	可回收包装 可降解包装材料	2.8%	实施难度大
膳食和消费行为调整*	素食 本地食物消费	-	实施难度大

数据来源: iGDP 计算.

5. 通过创新推动减排实践和技术的规模化应用

- 探索机制创新：社区支持农业、再生农业
- 经济激励：降低技术采用的成本
- 能力建设：提供培训和管理项目

优先行动	主要措施	2050减排贡献	主要障碍
畜禽粪污管理	沼气资源利用	11%	经济刺激
氮肥减量	氮肥增效剂, 缓释肥 保护性耕作 测土配方	10%	实施力度 经济刺激
农机节能和电动化	农机能效提升和电动化	5.8%	农机电动化政策和标准引导
烹饪节能及电气化	烹饪节能及电气化	12.8%	经济刺激
交通低碳化	交通能效提升 货运电动化 低GWP值制冷剂	7%	政策引导
食品加工清洁化	能效提升	5%	政策引导
餐厨垃圾资源化利用	垃圾分类和餐厨垃圾资源化利用	5%	对垃圾资源化规模发展的经济刺激
稻田甲烷减排	灌溉管理 直播旱种	6.6%	低成本技术 实施难度
反刍动物肠道发酵减排	动物育种 饲料添加剂	3%	低成本技术
减塑和循环利用	可回收包装 可降解包装材料	2.8%	实施难度大
膳食和消费行为调整*	素食 本地食物消费	-	实施难度大

数据来源：iGDP 计算。

感谢聆听!
欢迎反馈!



绿色创新发展中心
Innovative Green Development Program

农食系统与碳中和
中国农业与食物相关
温室气体减排路径分析

——
工作论文

2022年10月

www.igdp.cn