



中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

# 可持续农食系统

——实现中国粮食和气候安全目标

2021年5月

## 专题政策研究项目组成员

### 组长\*:

克雷格·汉森	外方组长，世界资源研究所食品、森林、水和海洋项目副总裁
吉列尔莫·卡斯蒂利亚	外方组长，中国环境与发展国际合作委员会特别顾问
樊胜根	中方组长，中国农业大学讲席教授，全球食物经济与政策研究院院长
陈明	中方副组长，生态环境部对外合作与交流中心副总经济师

### 起草专家\*:

孟婷	中国农业大学副教授
付晓天	世界资源研究所中国食品和自然资源部门主任
刘婷	生态环境部对外合作与交流中心绿色价值链研究所副所长
董鑫	生态环境部对外合作与交流中心绿色价值链研究所高级项目主管
袁钰	生态环境部对外合作与交流中心绿色价值链研究所高级项目主管
柴伊琳	生态环境部对外合作与交流中心绿色价值链研究所项目主管

### 高级顾问:

谭塞西	大自然保护协会高级政策顾问
贾峰	生态环境部宣传教育中心首席专家
金文成	农业农村部农村经济研究中心主任
梅旭荣	中国农业科学院副院长
摩根·吉莱斯皮	世界资源研究所粮食和土地利用联盟项目主任
魏仲加	中国环境与发展国际合作委员会外方首席顾问
徐华清	国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任
杨晓光	中国农业大学资源与环境学院农业气象系二级教授
张建平	商务部国际贸易经济合作研究院区域经济合作研究中心主任
赵文华	中国疾病预防控制中心营养和健康所研究员

### 支持专家:

柏兆海	中国科学院遗传与发育生物研究所农业资源中心研究员
陈俞全	中国农业大学经济管理学院助理教授
冯晓龙	中国农业大学经济管理学院助理教授
金书秦	农业农村部农村经济研究中心经济体制研究室主任
李颖	大自然保护协会中国农业总监
龙文进	中国农业大学经济管理学院助理教授
司伟	中国农业大学经济管理学院院长
蒂姆·瑟金格	世界资源研究所食品项目高级研究员和技术总监
王晶晶	中国农业大学经济管理学院助理教授

于 鑫  
张玉梅  
赵 巍

世界自然基金会(瑞士)北京代表处可持续食物消费与绿色供应链项目主任  
中国农业大学经济管理学院教授  
联合国粮农组织驻华代表处项目官员

## **协调员:**

付晓天  
孟 婷  
刘 婷

世界资源研究所中国食品和自然资源部门主任  
中国农业大学副教授  
生态环境部对外合作与交流中心绿色价值链研究所副所长

\*本专题政策研究项目组联合组长、成员以其个人身份参加研究工作，不代表其所在单位，亦不代表国会观点。

# 目 录

执行概要 .....	1
第一章 中国的愿景目标 .....	4
一、    2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和 .....	4
二、    实现粮食安全 .....	4
第二章 挑    战 .....	6
一、    实现碳中和的挑战（目标 1） .....	6
二、    实现粮食安全和提高农食系统韧性的挑战（目标 2） .....	7
第三章 解决方案 .....	10
一、    生产 .....	10
二、    保护 .....	11
三、    减少 .....	12
四、    修复 .....	13
五、    减排潜力 .....	14
第四章 建    议 .....	16
第五章 结束语 .....	20
参考文献 .....	21

## 图目录

图 1. 中国农食系统温室气体排放（2017） .....	6
图 2. 2000-2019 年耕地面积损益图 .....	12
图 3. 2020-2060 年不同情景下中国农食系统温室气体排放量 .....	14

## 表目录

表 1. 减少食物生产环节温室气体排放的技术与应用 .....	10
表 2. 2020-2060 年中国农业生产活动温室气体减排模拟情景设计 .....	14

## 专栏目录

专栏 1. 农食系统 .....	4
专栏 2. “碳”=“温室气体” .....	4
专栏 3. 什么是“软性商品”？ .....	19

# 执行概要

农业食物系统（简称农食系统）是实现中国“十四五”规划、国家自主贡献（NDC）、双碳目标等政策中提出的粮食安全、气候中和、共同富裕和公共健康等国家战略发展目标的重要基础。但是，食物贸易日益受到地缘政治变化的影响；农业产出越发受到气候变化和环境退化的影响；由于第二和第三产业收入逐渐成为家庭收入的主要来源，纯农业人口被逐渐边缘化；随着很多中国居民膳食特征的西方化，营养失调和其他膳食相关的健康问题日益突出。为了应对这些挑战，中国农食系统亟待转型。

为了进一步评估农食系统转型的可行性方案，本专题政策研究对已经检验或正在开发中的食物生产技术、农场实践和公共政策解决方案进行了分析。这些解决方案可分为四类，即生产更多（且更有营养）的食物、保护自然、减少农食系统的低效和污染、恢复退化的土地。这些解决方案本身可以在部门内部实施并产生积极结果，但任务规模的庞大性及其相互之间的关联性，需要突破部门约束，通过系统性思维统筹各相关部门和机构职能，促进多部门的协同努力。鉴于此，本报告提出以下六项创新的政策建议。

## 1. 制定国家农食系统转型战略

制定“中国国家农食系统转型战略”有助于阐明 2060 年愿景目标和 2030“行动方案”，明确农食系统转型的国家目标和取得务实、必要和充分成果的路径。该战略将：

- 以科学为基础——纳入支持食物和土地利用系统转型的最新技术成果，还应包括相关方法和工具，用以权衡和管理不同解决方案及目标之间的利弊。
- 具有可靠性——与其他重大战略和政策协调一致，制定明确且可衡量的目标，同时支持中国的“碳中和计划”、十四五规划以及《巴黎协定》下“国家自主贡献”（NDC）的相关组成部分。
- 多部门协作——设立部际委员会进行协调管理，确保各部委和相关机构落实各自任务，处理和管理不同解决方案的平衡，并简化决策流程。

## 2. 调整农业财政激励与融资措施

中国应形成合力，重新协调对相关解决方案的资金支持，以保障中国的食物和气候安全。调整后的农业政策既应支持成熟技术的市场应用与推广，也应支持对尚未成熟技术的研发（R&D）。这类跨部门财政激励措施的调整和设计将标志着农食系统从传统生产向更高效、营养和可持续的方向转变。

- 公共资金的潜在来源可能包括：（1）将用于不可持续农业实践项目的农业补贴转移出来；（2）对增加中国农食系统气候足迹的活动征税。
- 这些资金的潜在用途可能包括：（1）根据“国家农食系统转型战略”框架，为本研究中所述的解决方案提供资金支持；（2）借鉴新安河跨省生态补偿机制的经验，开展以地方为基础的生态补偿项目；（3）为农民提供技术帮扶，推动采用改良后的土地利用管理措施。
- 其他资金可通过政府的政策和财政支持（如，第一亏损风险），鼓励私营部门公司和银行对本研究概述的解决方案的研究、开发和/或部署进行投资。

### 3. 健康膳食与消费

在过去三十年里，中国主要的食物生产和消费转型在很大程度上是由膳食偏好的变化与可负担得起的选择而推动的。食物消费的总体趋势是主食消费减少，而动物性食物消费增加（以肉类和奶类为主）。营养水平变化带来的主要影响，最初是热量和蛋白质摄入量得到改善，而当脂肪、盐和糖的摄入超过一定水平后，随之而来的是心血管疾病增加和肥胖流行。可以制定一项膳食指导倡议，核心是实施一项鼓励健康和可持续膳食的国家计划（根据中国提倡的膳食指南），包括但不限于：

- 制定国民膳食营养指南，不仅符合健康要求，而且符合可持续性要求。
- 加强宣传、包装标签和食品营销法律等。
- 将更健康的饮食与可持续生产计划联系起来，旨在增加中国小农（一个经常被忽视的领域）的新鲜水果和蔬菜产量，并增加中国消费者获得新鲜水果和蔬菜的机会。
- 扩大国家“光盘行动”倡议，在零售（包括购物环境）、服务（包括电子商务）和家庭层面，减少和避免食物浪费（和相关的塑料垃圾）。
- 推广动物蛋白（特别是牛肉）的替代品，包括合成肉、植物性加工蛋白餐等。

### 4. 发挥私营部门在加快农食系统转型中的作用

私营部门可以与公共机构紧密协作，包括参与拟议的“国家农食系统转型战略”及其部际农食系统委员会，并通过以下途径助力加快整个供应链的投资和创新：

- 支持有效且公平的农田整合。当大规模采用可持续生产新技术时，农场规模至关重要，投资更偏好较大规模的农田。私营公司可以帮助建立一种投资安排，既能让小农户参与进来实现一定的规模效益，又不必冒失去土地的风险。
- 支持食品安全项目。尽管食品安全根本上是各级政府的责任，但私营部门可以通过引入可追溯协议和技术，使这一任务更易于管理和更高效。
- 提供并实现膳食指导。在保持商业可行性的同时，大型零售商可以在教育和引导消费者遵循政府支持的膳食指南方面发挥重要作用。

### 5. 鼓励替代蛋白质和食品技术

大多数关于膳食、健康和环境影响的分析都得出结论，减少肉类消费是抑制心血管疾病快速增长和甲烷排放的最有效方法。减少总体肉类消费需要成为多方面举措的一部分，以提高居民对肉类消费风险和影响的敏感度。同时，应寻求和研发替代蛋白质来源，包括植物性和合成肉类。一些私营企业家目前正在积极探寻中。

如果给予适当的政策和激励措施，可以加速私营部门在这方面的努力。作为主要利益相关方，政府应为中国企业提供有利条件和激励措施，使其成为替代蛋白质（例如以植物为基础的肉类，如“不可能的食物”公司，以及实验室培育肉类）和替代淀粉的全球主要制造商。这样，政府将帮助：

- 满足国内外日益增长的对蛋白质的需求；
- 应对气候变化和土地竞争；
- 为中国建立一个可引领世界的全新产业。

## **6. 构建绿色全球食物价值链**

中国可以推行一项计划，确保其进口食物是低碳产品，减少食物供应链温室气体排放。2020年中国环境与发展国际合作委员会“中国软性商品绿色价值链”专题政策研究报告提出了有关该计划的建议。这些建议是可持续食物供应链的关键组成部分，将有助于实现中国的食物和气候安全目标。因此，2020年的建议值得在本次专题政策研究中加以强化：

- 建立国家绿色食物价值链战略，并提供政策/制度支持；
- 采取强制性和自愿性措施，“绿色化”食物价值链；
- 以中国现有的政策与倡议为基础，包括“一带一路”倡议。

# 第一章 中国的愿景目标

中国提出了多个与农业和食物系统（简称“农食系统”，见专栏 1）转型相关的愿景目标，其中，两个特别重要、也是本报告重点关注的愿景目标包括：（1）力争于 2030 年前实现碳达峰，努力争取 2060 年前实现碳中和；（2）实现粮食安全和韧性。

## 专栏 1. 农食系统

本报告中，“农食系统”既包括食物和其他农产品生产中“农场端”的农业活动，也包括这种生产所需的投入（例如，合成肥料的生产）、食品加工和包装、分销、零售和消费。农食系统还包括农业和食物生产活动相关的土地利用和土地利用变化。

## 一、 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和

2020 年，中国政府宣布力争 2030 年前实现碳达峰（专栏 2），2060 年前实现碳中和（联合国，2020）。为启动这一工作，《“十四五”全国农业绿色发展规划》呼吁减少温室气体（GHG）排放，并提高农业和土地利用领域的碳汇能力（农业农村部，2021）。这两项政策目标与中国建设生态文明的愿景一致（国务院，2021；农业农村部，2021）。

## 专栏 2. “碳”=“温室气体”

中国政府在 2060 年“碳中和”目标中使用的“碳”一词是指二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e），即包括所有温室气体（GHGs）。因此，本专题政策研究将考虑农食系统产生的所有温室气体，主要包括二氧化碳、甲烷和氧化亚氮。本研究将考虑中国的温室气体直接排放（和碳汇），也考虑中国从海外进口农产品带来的相关温室气体影响，尽管这部分排放超出了中国的直接控制范围。食物进口是中国粮食安全的一个组成部分，中国致力于全球减排。中国可以在减少这些海外农业系统的排放方面发挥积极作用。

要实现碳中和，中国的农食系统必须在国家总体规划中发挥重要作用，应对气候变化。中国国家主席习近平表示：“2030 年前实现碳排放达峰、2060 年前实现碳中和，农业农村减排固碳，既是重要举措，也是潜力所在，这方面要做好科学测算，制定可行方案，采取有力措施。”中国农食系统的温室气体总排放量占其全年温室气体总排放量的 8%，其中甲烷占比 40%，氧化亚氮占比 50%（生态环境部，2018）。此类排放需要大幅减少。此外，要想抵消难以减排部门产生的碳排放（来自能源、工业和农业部门），中国必须快速提升本国碳汇能力（例如：通过再造林来捕获二氧化碳），从而实现碳中和。

## 二、 实现粮食安全

2020 年 4 月，中国国家主席习近平强调：“粮食安全是国家安全的重要基础”（新华网，2020）。2020 年 12 月底，习近平主席指出：“中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手中，饭碗主要装中国粮。保证粮食安全，大家都有责任”（人民日报，2021）。同时，中国“国内大循环为主体、国内国际双循环”的新发展格局，也呼吁在生产和消费（包括食物生产和消费）方面更加自力更生，以减少国际供应链的不确定性（CCICED，2021）。2022 年 3 月，习近平主席指出确保粮食及各类食物供给、完善耕地管理的重要性，鼓励应用新科技支持实现粮食安全（新华网，2022）。需要注意的是，这些政策并非要求粮食或其他商品完自给自足，而是将自给自足和开放贸易有机结合。此

外，农食系统，尤其是在改善人类健康、获取安全营养的食物和减少农业污染方面，是中国实现“共同富裕”的关键。这些政策和其他优先事项强调，确保初级产品的可持续供应（包括食物）是中国的一项重大战略问题。

综上所述，中国目前面临的一个关键问题是，“**中国如何改革其农食系统，使之既能实现粮食安全，又能促进碳中和？**”中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）的这项专题政策研究为这一问题提供了答案。本研究首先概述了这一挑战的性质和规模，即中国农食系统的现状与发展，及其对实现上述两个目标面临的障碍。其次，本研究阐明了解决障碍的方案。最后，本研究提出了一套机制创新方案，以寻求更智能的解决方案。中国这样庞大而多样化的国家会面临许多粮食挑战，这份报告并非提出技术解决方案应对这些挑战，而是在询问“中国如何实施这些解决方案？”的过程中，找到有利于机制安排和领导力的机遇，促进创新和协同努力，从而在目标时间范围内带来显著变化。

过去两年，全球对未来食物（特别是替代蛋白）的关注显著增加。许多研究和报告表明，这些关注很大程度上集中在中国。我们充分认可全球食物经济与政策研究院（AGFEP）近期的报告，其分析全面且合理。我们希望这份报告能促进对中国粮食未来的理解，并且提供信息参考，推动中国公私部门当前和未来在这些重要问题上的政策讨论。

## 第二章 挑 战

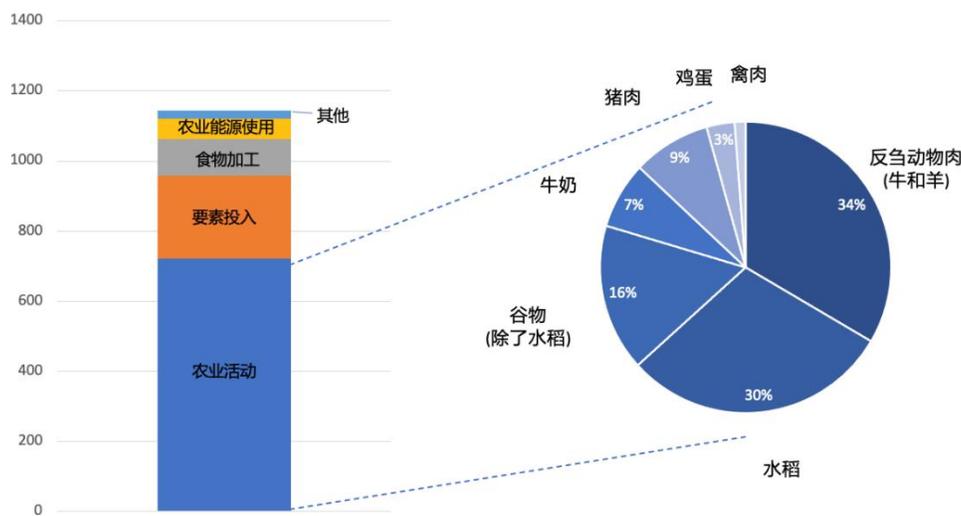
从 2000 年到 2010 年的短短 10 年里，中国也成为少数营养不良率低于 2.5% 的发展中国家。在同一时期，全国各地居民每日热量供应从 1800 千卡/人增至 3201 千卡/人，蛋白质从 83 克/人增长到 101 克/人（联合国粮农组织，2021）。大多数显示食物供应和可负担性的指标仍在完善，但与此同时，决策者和粮食专家也担心，这些增长背后的隐性自然和社会资本成本以及供应链条长带来的脆弱性。本章节指出中国将面对的主要挑战，在保护和恢复自然与社会资本的同时为人民提供粮食，这是建立可持续且具韧性的农食系统的基础。

2021 年与 2022 年初，一些领先学术机构共同撰写了《中国与全球食物政策报告》（2021 年与 2022 年），对当前中国农食系统和未来情景进行了最全面和透彻的描述。本报告参考该系列报告（全球食物经济与政策研究院，2021；全球食物经济与政策研究院，2022）有关当前趋势的数据和分析以及中长期情景。本报告对这一讨论的附加价值在于将重点放在跨领域和机制问题上，这些问题对实施上述机构提出的建议行动至关重要。

### 一、 实现碳中和的挑战（目标 1）

2018 年，中国农食系统产生的二氧化碳当量达 10.9 亿吨，为年度第三高水平（全球食物经济与政策研究院，2021 年）。这一数字占中国当年 132.3 亿吨二氧化碳当量排放的 12%，较 1997 年 9.4 亿吨二氧化碳当量水平大幅增加。中国整体农食系统的碳排放使其成为该领域最大的排放国，与印度不相上下。但是，中国按人均计算的碳排放只有 0.47 吨，就农业活动而言是人均排放量最低的国家之一。

尽管中国农食系统的温室气体排放有许多来源，但其主要来自农业活动（图 1）。在农业活动中，来自反刍家畜（肠道发酵和粪便）和稻田的甲烷气体是温室气体的主要来源。



来源：AGFEP, CARD, CIFA, IAED, IFPRI. 2021. 《2021 中国与全球食物政策报告》

单位：百万吨/年

图 1. 中国农食系统温室气体排放（2017）

中国农食系统的碳足迹还包括用于国内加工及/或消费的进口食物温室气体排放。随着中国人民生活水平的提高和饮食结构的变化（尤其是对动物产品需求的增加），仅靠中国国内的生产 and 供应难以满足日益增长的需求，因此农产品进口数量随之增加。例如，2019 年中国对牛肉的消费需求为 830 万吨，但中国国内只能供应 670 万吨（联合国商品贸易统计数据库，2020）。

部分进口食物的碳足迹较高。例如，牛肉、大豆和棕榈油是导致热带雨林砍伐的主要原因（Ritchie, 2021）。虽然与进口海外农产品相关的温室气体排放量不应计入中国的总排放量，但中国可以通过贸易、外国直接投资（FDI）和科技领域的南南合作，在全球碳减排中发挥越来越积极的作用。这也与习近平总书记关于人类命运共同体的理念一致。

## 二、实现粮食安全和提高农食系统韧性的挑战（目标 2）

中国农食系统在实现食物安全方面至少面临四项挑战。

### ● 削弱国内粮食生产能力的环境压力增加

- **耕地退化。** 长期以来的农业生产导致土壤肥力下降和重金属污染。根据中华人民共和国农业农村部（MARA）的数据，中国 20 多亿亩（1.33 亿公顷）耕地中，超过三分之二被认为是“低质量”耕地（即 1-10 等级中的第 4-10 级）（农业农村部，2020）。
- **国内用水紧张。** 中国是世界上人均水资源最匮乏的国家之一，同时也是世界上用水量最多的国家之一。2018 年，中国淡水消费总量超过 6000 亿立方米，其中 3690 亿立方米（61%）用于农业（水利部，2019）。由于地区和气候的差异，农业水资源的时空分布不均衡，水资源短缺对缺水地区农业发展产生不利影响（Huang 等人，2021）。
- **气候变化导致极端天气出现的风险增加。**（Cui 等人 2020）研究表明，平均而言，气候变化将降低食物产量，提高农产品价格，增加大多数食物的净进口量，降低中国食物的自给能力。目前，气温每升高 0.1°C，中国的三大粮食作物单产就会下降约 2.6%；只要降水增加 1%，就会增加 0.4% 的产量。考虑到气温和降水对粮食产量的影响，气候变化会对中国的粮食安全产生一定的影响，可能会部分抵消技术进步带来的积极影响（Xie 等人，2019）。此外，气候变化引发的自然灾害和极端天气事件（例如洪水、干旱、反季节性高温/低温）也会对中国的农业和粮食生产造成重大损失。2018 年，中国受自然灾害影响的人口约有 1.4 亿，损失共计 40 亿元，而 2019 年，中国因自然灾害造成的受灾面积约为 2000 万公顷（国家数据，2020）。
- 尽管女性在农业工人中所占的比例逐渐增加，但在许多发展中国家，女性比男性更容易受到环境破坏的负面影响（经合组织，2021）。气候变化的性别意识在中国社会福利保障政策中逐步加强和完善，特别是针对女性的脆弱性。但要将性别问题纳入食物和气候安全战略，还需要做更多的工作。

### ● 中国食物进口压力增大

- **愈发依赖国外食物进口。** 中国的农业贸易自加入世界贸易组织（WTO）以来经历了前所未有的快速发展期。尽管农产品进出口都有所增长，但进口增长得更快。即使将所有欧盟成员国视作整体，中国目前是世界第二大进口国及第五大农产品出口国，其农产品贸易总额也跃居全球第二位（Jiao, 2020）。2021 年，中国进口粮食 1.65 亿吨，同比增长 18%（中华人民共和国海关总署，2022）。特别是 2021 年中国大豆进口占国内总需求的 85.5%。2020 年，进口乳制品和牛肉分别占总供应量的 35.0% 和 24.0%（联合国商品贸易统计数据库，2021）。
- **贸易冲突与新冠肺炎疫情导致全球供应链中断。** 鉴于中国对国际农产品贸易的依赖日益加深，近期的市场干扰因素可能会对中国的粮食安全目标产生负面影响。新冠肺炎疫情对 2020 年和 2021 年的国际贸易产生了巨大破坏，且影响还在持续，未来走向也

未可知。有贸易保护主义倾向的中美贸易争端持续影响农业贸易，特别是大豆和玉米等大宗商品，美国从前是这些商品的主要供应国。此外，2022年俄罗斯和乌克兰危机在食物价格和供应方面影响农业贸易，特别是考虑到此前从俄罗斯和乌克兰出口到全球市场的粮食和植物油的规模。

- *对可持续性的期待增加*。近年关于软性商品价值链绿色化的专题政策研究报告（中国环境与发展国际合作委员会，2020）指出，“未来市场”对更可持续的食物消费和生产要求越来越高。中国国内消费者似乎也逐步认同这一方向。例如，2022年的一项调查显示，90%以上的消费者愿意为低碳食物支付溢价，超过半数消费者愿意支付10%以上的溢价（新华网等，2022）。农产品跨国零售商和制造商的商业规范也在朝着可持续性迅速转型，并在所有地区平等适用。例如，沃尔玛的可持续发展政策适用于所有门店（Walmart Inc., 2020）。其业务规范也包含价值链政策。沃尔玛正与其全球供应商合作，评估和分享供应链上重要环境和社会问题的相关进展，这条供应链涉及100多个产品类别，包括纸浆、纸张和木材产品（Walmart Inc., 2020）。该公司将这一政策应用到全球所有门店，欧洲和中国的门店也没有单独政策。金融市场也在关注可持续性。越来越多的机构投资者正在制定投资准则，如果借款方对农业商品生产和贸易的投资会导致热带雨林砍伐或产生较高温室气体排放，将在获取资金方面受限。例如，2019年9月，管理16.2万亿美元资产的230家机构投资者呼吁企业采取紧急行动，应对亚马逊地区的毁灭性森林大火（Ceres, 2019）。

### ● **对污染和食品安全的压力**

- *过度使用化肥、农药与塑料薄膜导致的污染*。根据《第一次全国污染源调查公报》，农业是中国2007年化学需氧量（COD）、总氮（TN）和总磷（TP）的主要来源，分别占全国总排放量的44%、57%和67%。2020年《第二次全国污染源普查公报》显示，2017年农业污染源的化学需氧量、总氮和总磷排放量分别比2007年下降了19%、48%和26%，但仍是主要污染源。就作物肥料利用率而言，2017年中国水稻、玉米、小麦的利用率为38%，与欧美国家50%-65%的作物利用率存在显著差距（中国新闻网，2017）。利用率低意味着大量肥料最终会污染空气（例如，变成温室气体氧化亚氮）或水道。
- *对食品污染和安全的担忧*。在作物生产方面，过量的化肥、农药残留和重金属污染威胁食品安全，影响食物质量，并对饮食健康产生负面影响。如果污染物超过卫生标准，则难以供应安全优质的食用农产品。在畜牧业方面，养殖密度高和疾病风险会导致过度使用抗生素，进而可能出现抗微生物药物耐药性，威胁牲畜和人类健康。

### ● **食物消费的影响**

- *持续性营养不良*。自2020年，中国实现了零贫困发生率。尽管如此，营养不良问题仍然存在，包括膳食不均衡导致的微量元素缺乏（主要是由于缺乏蔬菜和水果摄入）。值得注意的是，婴儿、育龄妇女和老年人等特定人群面临贫血和其他营养不良问题（国家卫生健康委员会，2020）。全球食物经济与政策研究院（AGFEP）（2022）发现，农村居民水果、奶制品和水产品的摄入量不足。此外，中国居民尤其是农村居民维生素A、维生素C和钙的摄入量不足。城市居民的饮食主要存在轻微摄入过量的问题，而农村居民的饮食同时存在热量摄入轻微过量 and 营养摄入不足的问题。

- *超重及肥胖人口的比例增加。*中国一半以上的成年居民超重或肥胖，近几十年来，儿童与青少年超重和肥胖的比例飙升（国家卫生健康委员会，2020）。与过去十年相比，膳食营养和女性健康状态明显改善，但食用油和盐的摄入量仍然高于建议值，18岁到49岁间的女性超重率明显增加，达到30%（中国疾病预防控制中心，2021）
- *食物损失和浪费率高。*2016年，中国粮食品种产后各环节的综合损失率高达18%（Wu，2022）。肉类收获后的损失率中，猪肉约为6.6%，鸡肉为5%-9%，牛肉为8%，羊肉为4%（Zhou等人，2019）。水果和蔬菜在储存和配送过程中的食物损失率分别为15%和10%（Liu，2014）。

中国消费者端的食物浪费量也很高。例如学校食堂（自助餐）的人均食物浪费量为61至74克/餐，而餐馆人均食物浪费量为74至144克/餐（Li等人，2022）。根据2013年至2015年在北京、上海、成都和拉萨的调查，中国餐饮业的食物浪费率接近12%。大型聚餐的食物浪费率高达38%（来源）。

- *源自包装的塑料污染增加。*中国是全球最大的塑料生产国和消费国，食物行业是主要用户。据估计，每年家用包装消费的塑料包装总量为540万吨。这些塑料中很大部分最终成为废弃物，甚至造成污染。

## 第三章 解决方案

有一套解决方案可以减缓这些挑战带来的影响——减少中国农食系统的温室气体足迹，同时改善粮食安全。这些解决方案将帮助中国生产更多（和更有营养）的食物，保护自然，减少农食系统的低效和污染，并恢复退化的土地。这四类解决方案应同时实施，以避免负面反弹效应。

### 一、生产

提高中国生产营养食物的能力，同时减少相关温室气体（和其他形式污染）的排放，是实现双碳目标与粮食安全两大愿景的重要支柱。存在一系列技术和应用，可使整个价值链中的食物生产与温室气体排放和污染脱钩（表 1）。这些技术解决了农食系统温室气体排放的主要来源：反刍家畜、水稻、化肥和与农业食物相关的能源使用。技术和应用涵盖了从“进化”（例如已经建立了一段时间，仅需规模化推广采用）到“革命”（例如最近或者未来突破性创新）的范围。此外，其中一些方案为中国提供了建立新产业以满足国内（以及日益增长的全球）需求的机会。例如，中国可以建立一个生产植物性替代蛋白质（即“不可能的食物”）或合成淀粉/蛋白质的行业，以满足中国不断增长的需求（同时减少对国外食物来源的依赖）。

表 1. 减少食物生产环节温室气体排放的技术与应用

温室气体排放源	涉及的年度排放 (MtCO <sub>2</sub> eq)	可减排的技术与应用（减排量待定）
反刍动物肠道发酵（肉和奶）	180	<ul style="list-style-type: none"> <li>向饲料中添加肠道甲烷抑制剂（例如 3-NOP、海藻）</li> <li>改善反刍动物的繁育</li> </ul>
牲畜粪便	140	<ul style="list-style-type: none"> <li>将固体与液体分开，并处理干燥固体（减少动物饲养场所的排放）</li> <li>通过酸化粪便或其他手段以改善液态粪便的处理（减少粪便储存期间的损失）</li> <li>在有大型泄湖的温暖地区使用沼气池，并将甲烷作为沼气（在社区或大型农场等大规模地点）</li> </ul>
畜牧业：交叉领域（肠道发酵、粪便管理）		<ul style="list-style-type: none"> <li>通过减少每千克肉和牛奶或每公顷牧场的甲烷排放，提高反刍动物的生产力和效率。主要针对以下方面进行改善：</li> <li>饲料质量</li> <li>动物品种</li> <li>兽医护理</li> <li>提升牧场与放牧管理（例如轮牧、更好的混合牧草）</li> <li>生产基于植物或实验室培养的替代蛋白质（例如“不可能的中国食物”）和/或合成淀粉与蛋白质</li> </ul>
水稻种植	150	<ul style="list-style-type: none"> <li>强化水稻培育系统（SRI）</li> <li>提升亩产以减少水稻所需的水淹面积</li> <li>培育低甲烷排放的水稻品种</li> <li>农闲时去除或翻耕田间秸秆</li> <li>压缩漫灌期（例如干湿交替、单次中期降水、干播）</li> <li>使用可生物降解的塑料薄膜来培养水稻</li> </ul>
作物：交叉领域	120	<ul style="list-style-type: none"> <li>提高每公顷作物产量（从而减少每特定作物产量的耕地面积需求，减少每公顷的排放量，并释放土地进行恢复）</li> </ul>
化肥	160	<ul style="list-style-type: none"> <li>减少化肥的过度使用（例如“4R 管理”即正确的数量、正确的类型、正确的时间以及正确的地点）</li> <li>通过管理改进、硝化抑制剂以及培育生物硝化抑制作物，增加植物对化肥的吸收（氮</li> </ul>

温室气体排放源	涉及的年度排放 (MtCO <sub>2</sub> eq)	可减排的技术与应用 (减排量待定)
		利用效率) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过更好的育种和品种提高作物产量 (从而减少对更多化肥的需求)</li> <li>• 在轮作和间作中使用固氮豆科作物</li> </ul>
食品加工与包装	110	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提高能源效率</li> <li>• 转向可再生能源</li> <li>• 减少食物包装</li> </ul>
直接的农业能源使用	120	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提高农业设备的能效</li> <li>• 农业设备转向可再生能源</li> <li>• 给农业设备自动化</li> </ul>
间接的农业能源使用		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 减少化肥生产过程中的氨与氧化亚氮的排放</li> <li>• 提高化肥、薄膜和农药生产过程中的能源利用效率</li> </ul>
共计	980	

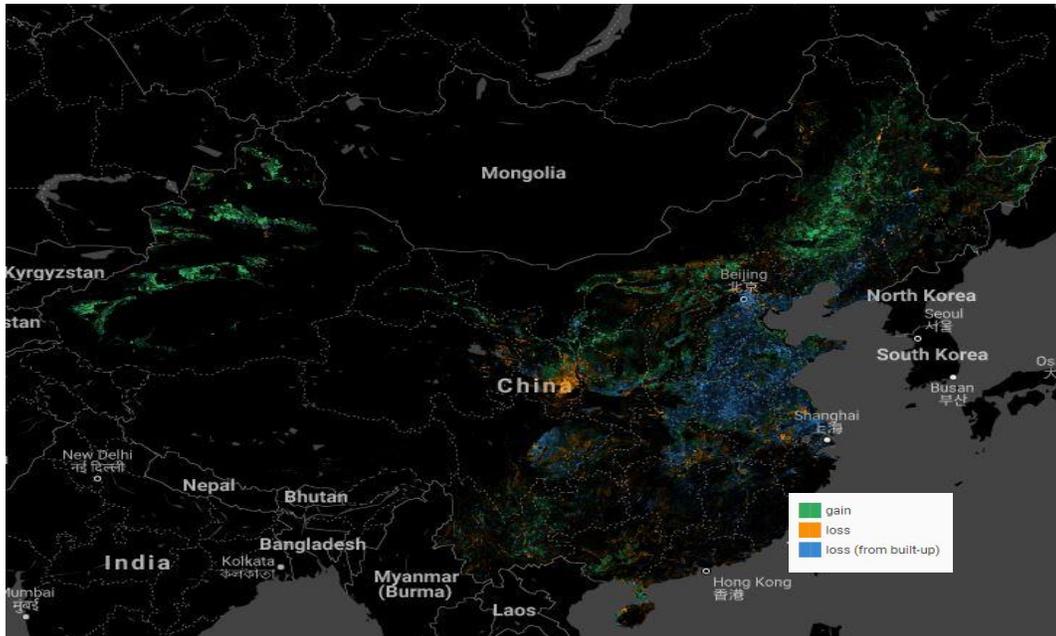
注：涉及的年度排放量根据 FAOSTAT 2021 数据计算。通过下列技术可能实现的减排总量待确定。数据来自 FAOSTAT 2021。

信息和数据技术（如土地监测、农业投入监测、预警和响应系统）可以对表 1 所列技术和做法提供补充支持。这种信息技术还可以与风险识别和应急响应等社会防护系统相结合，以加强风险管理和响应能力。

## 二、 保护

保护自然生态系统和生产性农业用地不被转化为其他用途是实现碳中和与粮食安全这两大愿景的重要组成部分。

- **避免国内自然生态系统转换。**避免森林、湿地和草原等自然生态系统的损失有助于保持中国陆地碳汇的规模。相反，将这些生态系统开发转化为农田、住宅及其他用地将增加中国土地相关碳排放。中国已经采取了一系列措施来规避这一转换，包括划定生态保护红线并将其纳入国家空间规划，创建国家公园和建立生态补偿机制实施计划。
- **避免触发国外自然生态系统转换。**除保护国内自然生态系统外，同样还需要避免中国农产品进口（例如：牛肉，大豆，棕榈油）相关的国外生态系统转换和温室气体排放。相关策略包括与来源国政府和企业达成“无森林砍伐”或“无生态系统转换”的供应链协议，建立监测和跟踪系统来支持这些协议，并向出口国提供促进性别平等且具有包容性的技术和财政援助，以支持它们在避免森林砍伐的同时供应农产品所做的努力。中国的“粮食丝绸之路”项目为实施这些措施提供了合适平台。
- **防止中国优质农业用地的损失。**确保中国的高产农田和牧场保持生产力是实现国内粮食安全的一个重要组成部分。在需求量不变的情况下，优质农业用地的丧失会降低中国粮食自给自足的能力，并增加国内和/或国际将自然生态系统转化为农业用地的压力。根据自然资源部的数据，2009-2019 年，中国的耕地面积减少了 730 万公顷（自然资源部，2021）。卫星图像显示，自 2000 年以来，整个中国大陆的耕地大面积减少，特别是在中国东部地区（图 2）。已有一些措施应对这一趋势。例如，中国政府已经设定了 1.2 亿公顷耕地红线，以防止耕地非农化（国务院，2008）。



资料来源：马里兰大学与土地碳实验室（2021）

图 2. 2000-2019 年耕地面积损益图

- **防止淡水资源流失和退化。**除耕地以外，淡水也是粮食生产的关键资源。同土地一样，淡水资源也需要保护，尤其中国是世界上最缺水的国家之一（水利部，2016）。在中国，农业用水占总淡水用量的 62%（水利部，2021），化学需氧量、氮污染、磷污染分别占总量的 50%，47%和 67%（生态环境部，2020）。中国农田灌溉水有效利用系数为 0.56（水利部，2021），低于发达国家水平（0.7-0.8）（水利部，2019）。保护清洁农业淡水资源的措施包括节水灌溉、强化高效输配水基础设施、选用耐寒耐贫瘠作物品种、减少化肥施用以及更好地回收牲畜粪便等。

### 三、 减少

减少中国农食系统的低效率和污染，改善不健康的饮食习惯，有助于中国实现碳中和与粮食安全的愿景。具体“减少”措施包括以下五个方面：

- **减少食物损失和浪费。**减少食物损失和浪费将带来三赢：改善粮食安全，减少农民和消费者的经济损失，降低环境影响（例如温室气体排放、水资源消耗、农药/化肥污染）。减少食物价值链每个阶段的食物损失和浪费的方法有很多（Flanagan 等人，2019），其中许多与中国有关。模型分析表明，相对于基准线，将中国的粮食损失和浪费减少，到 2030 年将减少该国农业温室气体排放 2.0-5.6%，到 2060 年将减少 4.0-7.0%（全球食物经济与政策研究院，2021）。
- **减少农业生产的化学污染。**有些方法可以做到这一点。例如，精准农业可以提高肥料和农药的利用率，从而降低投入总量和流入环境的径流量。农田周围和河岸地区的天然植被缓冲区可以减少输入径流。在某些情况下，综合害虫管理方法可以降低污染，同时保持产量。

- **减少农用塑料薄膜的使用，提高废塑料回收率。**措施包括加快推进农用薄膜的污染防治要求推动新塑料薄膜国家标准的颁布和实施，完善塑料薄膜厚度标准，提高塑料薄膜的拉伸强度和断裂伸长率，从根源上保证塑料薄膜的可回收性。
- **减少农业能源中化石燃料的低效率和使用。**选项包括用于农业设备、食物储存和运输的可再生能源。
- **减少不健康、非可持续性、碳密集型食物的消费。**改善中国饮食的健康和可持续性的第一步是鼓励公民遵循中国饮食指南,或者是遵循 EAT-Lancet 饮食 (EAT/Lancet, 2019)。这种饮食可以减少温室气体排放，同时确保营养需求。到 2030 年，这样的转变可以将温室气体排放量减少 1.5 亿至 2 亿吨，减少 18%至 25%（全球食物经济与政策研究院，2021）。未来的中国营养和饮食指南应考虑性别议题、可持续性和气候变化。

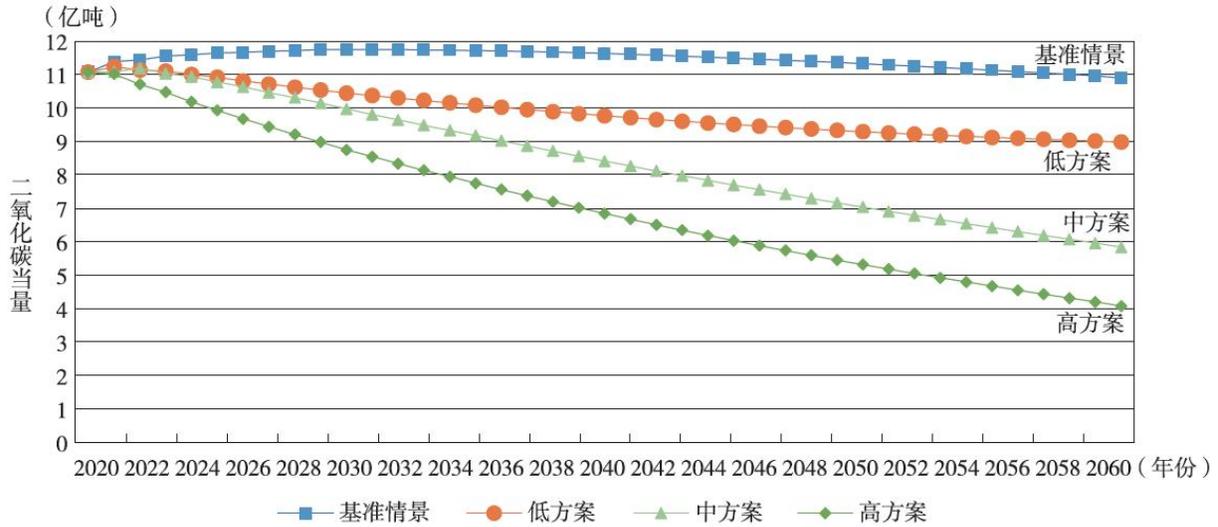
## 四、修复

自然生态系统和农业土壤的修复是实现碳中和和粮食安全这两大愿景的重要组成部分。

- **修复自然生态系统。**修复中国本土生态系统是实现“负碳排放”的主要手段，中国需要补偿其难以消除的农业和能源温室气体排放。没有这样的修复中国将无法在 2060 年前实现“碳中和”。需要修复的自然生态系统包括森林（每公顷碳含量最大）、草原和湿地。其中，森林尤为重要，因为在陆地生态系统中，森林目前贡献的年度碳固存量约占全国总量的 80%（生态环境部，2018）。对山坡、河岸带、农业生产效率较低区域等边缘地区进行目标修复可以降低因粮食生产产生土地竞争的风险。为最大限度地实现碳固存、提高生物多样性效益和气候韧性，修复自然生态系统时应优先考虑本地动植物的多样性；单一品种栽植修复往往只能产生较低效益，更容易因遭受极端天气或病害而失败（自然资源部国土整治中心，2021）。
- **森林占中国国土面积的 23%。**中国已有明确目标，到 2030 年修复“高达 25%的森林土地面积”（国务院，2021）。坚持这一目标，到 2030 年，每年的碳固存量将达到 2.3 亿吨（自然资源部国土整治中心，2021）。部分研究表明，中国森林覆盖率的潜力为国家土地面积的 28%-29%（中国自然资源部国土整治中心，2021）。到 2060 年，实现这一水平的森林覆盖率将使中国的碳汇增加到每年 21 亿吨（中国自然资源部国土整治中心，2021）。
- **修复退化的农业土壤。**修复土壤健康有助于减少大气中的碳损失以及水道污染。更重要的是，它可以通过提高长期农业产量、保湿性、土壤有机质、农户生计和韧性，为“生产”策略做出贡献。同样，它也可以通过减少农业面积扩增的需要来支持“保护”策略，从而满足国家粮食需求。此类修复方法包括农林复合经营（将林农牧等多种产业相结合）以及少耕或保护性耕作、护根、作物轮作和覆盖作物等。妇女农民集中从事农业活动，且获得技术培训和信息的机会较少，因此需确保妇女农民也能掌握恢复技术，这将有助于扩大并广泛采用这些做法。
- **中国已朝着这一方向采取了措施。**例如，中国在东北“黑土地”地区实施了保护性耕作计划。到 2030，修复面积将达 1700 万公顷（农业农村部 and 财政部，2017）。据估计，5 年和 15 年后土壤中的有机质将分别增加 10%和 52%（光明日报，2020）。

## 五、 减排潜力

这种解决方案的组合——生产、保护、减少和恢复——可能有助于中国的农食系统实现国家2060碳中和目标。对碳中和的贡献程度将取决于执行程度。图3对比了3种实施情景，显示了许多“生产”和“减少”战略对中国国内温室气体排放的影响。表2描述了情景设计。如果采取“保护”和“恢复”的策略，减排将更有力。



数据来源：中国农业部门模型（中国农业科学院，国际食物政策研究所）与中国动态一般均衡模型结果（全球食物经济与政策研究院, 2021）

图 3. 2020—2060 年不同情景下中国农食系统温室气体排放量

以上这些情景研究强调了几个重要的发现，包括：

- 在基准情景下 2030 年，农食系统温室气体排放量为 11.7 亿吨，比 2020 年增加 7.7%，2060 年，下降到 10.9 亿吨，回落到 2018 年水平。
- 采取提高农业技术、减少损耗和浪费、调整膳食结构等措施，提高能源效率和优化能源消费结构等措施，使得农食系统温室气体排放量大幅减少。
- 2060 年，低、中、高方案比基准方案低 17-63 个百分点，也比 2020 年低 19-63 个百分点。
- 中方案将使得 2060 年农食系统能源消费温室气体排放比 2020 年减少 47%。

表 2. 2020-2060 年中国农业生产活动温室气体减排模拟情景设计

	高方案	中方案	低方案
基准情景 (BAU)	2020 年，水稻、小麦和玉米的单产水平为 7、5.7 和 6.3 吨/公顷，2060 年分别提高 10%、15% 和 25%，为 7.7、6.6 和 7.9 吨/公顷； 稻谷、小麦和玉米损耗率为 15%；蔬菜和水果分别为 55%和 50%；猪肉、牛肉和羊肉分别为 15%、10%和 10%； 2060 年城乡居民人均畜禽肉消费量为 223 克/日； 2060 年，化肥利用效率提高 20%，稻田排放系数降低 20%，猪肉、羊肉和禽肉碳排放系数分别下降 15%、25%和 30%，牛肉、禽蛋和牛奶碳排放系数下降 10%		

<b>农作物技术提高情景 (TechCR)</b>	2060年, 水稻、小麦和玉米单产水平分别较2020年提高25%、40%和50%, 化肥利用效率提高50%; 稻田排放系数降低50%	2060年, 水稻、小麦和玉米单产水平分别较2020年提高20%、35%和45%, 化肥利用效率提高40%; 稻田排放系数降低40%	到2060年, 水稻、小麦和玉米单产水平分别较2020年提高15%、25%和35%, 化肥利用效率提高30%; 稻田排放系数降低30%
<b>畜牧业技术提高情景 (TechLV)</b>	2060年, 畜产品碳排放系数下降50%, 饲料转换率提高30%	2060年, 畜产品碳排放系数下降40%, 饲料转换率提高20%	2060年, 畜产品碳排放系数下降30%, 饲料转换率提高10%
<b>减少损耗和浪费情景 (Waste)</b>	2060年各产品的损耗率较2020年降低67%	2060年各产品的损耗率较2020年降低50%	2060年各产品的损耗率较2020年降低33%
<b>调整膳食结构情景 (Diets)</b>	2060年城乡居民人均畜禽肉消费量调减到膳食指南推荐下限40克/日	2060年, 城乡居民人均畜禽肉消费量调减到膳食指南推荐中间水平60克/日	2060年, 城乡居民人均畜禽肉消费量调减到膳食指南推荐上限75克/日
<b>综合情景 (Comb)</b>	综合上述情景	综合上述情景	综合上述情景

来源: 全球食物经济与政策研究院, 2021

## 第四章 建 议

本报告提出的六项政策、治理和制度创新建议，旨在推动领导力、创新和协同努力，加速中国农食系统转型。尽管这些建议需要一定程度的排序，但它们并非线性排列。如上文所述，本报告的目标不是制定用于实现既定结果的产物或实践。农食系统的复杂性决定其需要的不是某类项目，而是建立相关流程，让有关机构参与制定应对多种相互依存关系的解决方案。这六项建议旨在创建和支持这一流程。

### 1. 制定国家农食系统转型战略

制定“中国国家农食系统转型战略”有助于阐明 2060 年愿景目标和 2030“行动方案”，明确农食系统转型的国家目标和取得务实、必要和充分成果的路径。该战略将：

- 以科学为基础——纳入支持食物和土地利用系统转型的 latest 技术成果，还应包括相关方法和工具，用以权衡和管理不同解决方案及目标之间的利弊。
- 具有可靠性——与其他重大战略和政策协调一致，制定明确且可衡量的目标，同时支持中国的“碳中和计划”、十四五规划以及《巴黎协定》下“国家自主贡献”（NDC）的相关组成部分。
- 多部门协作——设立部际委员会进行协调管理，确保各部委和其他相关机构落实各自任务，处理和管理不同解决方案的平衡，并简化决策流程。
- 促进性别平等——随着不同目标达成一致，该战略将明确将女性声音纳入建立未来农食系统的愿景，并制定实现这一目标的途径。

理想情况下，该战略应由一个部际委员会推动，负责监督战略的制订和执行，确保各部委落实各自任务，审议相关事项并做出决策。该委员会可以包括来自农业、环境、商务、卫生和食品安全、女性、发改和财政等部门的代表。该委员会可以与 2020 年国合会“中国软商品绿色价值链专项政策研究”中建议设立的部际协调委员会相同，该研究的任务是监督中国的绿色价值链战略。因此，一个部际委员会负责整个农食系统的转型，涵盖国内和国际农业和食物体系。

建议的相关性：食物至关重要，但多数政府没有将其视为一个部门。食物是由影响它的机制和市场力量来定义的。如果不能使这一机制空间连贯一致并面向共同目标，就无法应对第二章节中列出的挑战。这并非建立另一种行政结构，而是创建流程，以制定相关利益方共同的愿景，并明确不同部门间需解决权衡的问题，实现农食系统项下的成果。

### 2. 调整农业财政激励与融资措施

中国应形成合力，重新协调对相关解决方案的资金支持，以保障中国的食物和气候安全。调整后的农业政策既应支持成熟技术的市场应用与推广，也应支持对尚未成熟技术的研发（R&D）。这类跨部门财政激励措施的调整和设计将标志着农食系统从传统生产向更高效、营养和可持续的方向转变。

- 公共资金的潜在来源可能包括：（1）将用于不可持续农业实践项目的农业补贴转移出来；（2）对增加中国农食系统气候足迹的活动征税。
- 这些资金的潜在用途可能包括：（1）根据“国家农食系统转型战略”框架，为本研究所述的解决方案提供资金支持；（2）借鉴新安河跨省生态补偿机制的经验，开展以地方为基础的生态补偿项目；（3）为农民提供技术帮扶，推动采用改良后的土地利用管理措施。

- **其他资金**可通过政府的政策和财政支持（如，第一亏损风险），鼓励私营部门公司和银行对本研究概述的解决方案的研究、开发和/或部署进行投资。

建议的相关性：显然，中国食物系统的转型将需要大量资金，为新研究提供资金支持、加强开发和应用新技术的能力等。但在许多方面，停止资助或补贴那些不利于食物系统实现预期结果的行为，即便规模不大，也有助于改变标准，培育使投资与预期结果相一致的行为。

除本报告外，中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）的另一项关于创新绿色金融的研究也在进行中。该研究深入评估了可为食物系统转型提供资金的不同机制，特别是本报告中指出的一些解决方案，有助于将气候与自然金融相结合。后续可举办研讨会，协调撰写这两份研究报告的工作小组展开讨论，进一步探索有利于双方开展工作的机遇。

### **3. 健康膳食与消费**

在过去三十年里，中国主要的食物生产和消费转型在很大程度上是由膳食偏好的变化与可负担得起的选择而推动的。食物消费的总体趋势是主食消费减少，而动物性食物消费增加。虽然农村人口在这些趋势方面落后于城市人口，但大多数评估显示农村地区有很大的增长潜力。

营养水平变化带来的主要影响，最初是热量和蛋白质摄入量得到改善，而当脂肪、盐和糖的摄入超过一定水平后，随之而来的是心血管疾病增加和肥胖流行。参照西方饮食习惯（包括加工和过度加工）的食物加工和零售方式，很大程度上促进了人们获得更丰富的食物。到目前为止，政府的饮食指南还很有限，这为超市和其他商业零售商改变许多中国人的饮食提供了机会。

因此，可以制定一项膳食指导倡议，核心是培育一项促进性别平等且具包容性的国家计划，鼓励健康和可持续膳食（根据中国提倡的膳食指南制定），并将农村和城市地区女性和男性的不同需求纳入考量，具体行动包括但不限于：

- 加强宣传、包装标签和食品营销法律等。
- 将更健康的饮食与可持续生产计划联系起来，旨在增加中国小农（一个经常被忽视的领域）的新鲜水果和蔬菜产量，并增加中国消费者获得新鲜水果和蔬菜的机会。
- 扩大国家“光盘行动”倡议，在零售（包括购物环境）、食物服务（包括电子商务）和家庭层面，避免和减少食物浪费（和相关的塑料垃圾）。
- 推广动物蛋白（特别是牛肉）的替代品，包括合成肉、植物性加工蛋白餐等。

建议的相关性：在充分获取信息的情况下，公民将健康和健康的生活方式作为塑造饮食的主要因素。公共卫生和环境与食物议题的重叠度很高，食物加工商所做的决定对健康和环境也会产生重大影响。以市场机会为导向而生产和加工的食物需要与一套非商业指南相平衡，使消费者认为有必要根据这些指南来选择食物。而多数情况下，对健康有益的食品对环境也有益。在市场营销和营养需求之间协调一致应在短期内可以实现，但要做到这一点，则需加强信息、教育和政府激励措施的协调关联。

### **4. 发挥私营部门在加快农食系统转型中的作用**

私营部门可以与公共机构紧密协作，包括参与拟议的“国家农食系统转型战略”及其部际委员会，并通过以下途径助力加快整个供应链的投资和创新：

- **支持有效且公平的农田整合。**当大规模采用可持续生产新技术时，农场规模至关重要，投资更偏好较大规模的农田。私营公司可以帮助建立一种投资安排，既能让小农户参与进来实现一定的规模效益，又不必冒失去土地的风险。

- **支持食品安全项目。**尽管食品安全根本上是各级政府的责任，但私营部门可以通过引入可追溯协议和技术，使这一任务更易于管理和更高效。
- **提供并实现膳食指导。**在保持商业可行性的同时，大型食品零售商可以在教育和引导消费者遵循政府支持的膳食指南方面发挥重要作用。

发挥私营部门作用需要建立一种机制，能够促进供应链参与者之间的信息交流，包括妇女和其他边缘群体，就标准达成协议，并就政策应用的挑战和机遇向政府机构反馈。

**建议的相关性：**私营部门在促进可靠、安全和可持续的农食系统方面具有明显的优势。通过业务整合，供应链可以变得更易于管理和控制，这是因为能够在高度分散的生产、分销和零售领域发挥影响力的参与者越来越少。企业可以快速地创新实践和产品，以适应法规和消费者需求。作为生产和消费之间的关键联系点，企业在教育和引导居民养成更健康、更可持续的消费行为方面更具优势。

### **5. 鼓励替代蛋白质和食品技术**

大多数关于膳食、健康和环境影响的分析都得出结论，减少肉类消费是抑制心血管疾病快速增长和甲烷排放的最有效方法。减少总体肉类消费需要成为多方面举措的一部分，以提高居民对肉类消费风险和影响的敏感度。同时，应寻求和研发替代蛋白质来源，包括植物性和合成肉类。一些私营企业家目前正在积极探寻中。

如上文所述，如果给予适当的政策和激励措施，可以加速私营部门在这方面的努力。作为主要利益相关方，政府应为中国企业提供有利条件和激励措施，使其成为替代蛋白质（例如以植物为基础的肉类，如“不可能的食物”公司，以及实验室培育肉类）和替代淀粉的全球主要制造商。这样，政府将帮助：

- 满足国内外日益增长的对蛋白质的需求；
- 应对气候变化和土地竞争；
- 为中国建立一个可引领世界的全新产业。

**建议的相关性：**创新和技术领导力是实现中国农食系统预期转型的一个重要加速器。中国作为世界粮食和食物强国，在传统与创新的良性循环中，处于进行食品革命的独特地位。例如，从西方饮食习惯的“接受者”转向由中国引领未来蛋白质摄入，可在国内和全球产生巨大的积极影响。

### **6. 构建全球绿色食物价值链**

中国可以推行一项计划，确保其进口食物是低碳产品，减少食物供应链温室气体排放。2020年中国环境与发展国际合作委员会“中国软性商品绿色价值链”专题政策研究报告提出了有关该计划的建议。食品和其他农产品是“软性商品”的主要类型（专栏3）。这些建议得到了国合会的认可，是可持续食物供应链的关键组成部分，将有助于实现中国的食物和气候安全目标。因此，2020年的建议值得在本次专题政策研究中加以强化：

- 建立国家绿色价值链战略，并提供政策/制度支持
  - 宣布一项新的中国绿色软商品价值链政策倡议
  - 建立部际委员会（见上文）
  - 成立“全球绿色价值链研究所”
- 采取强制性和自愿性措施，“绿色化”软性商品价值链

- 加强措施，减少非法软性商品进口
- 加强尽职调查和可追溯体系
- 投资国内产能，改进食物价值链，改善可持续饮食
- 以中国现有的政策与倡议为基础，包括“一带一路”倡议
  - 将绿色价值链措施纳入贸易协定
  - 加大南南发展援助力度，支持绿色软性商品价值链
  - 将绿色软性商品价值链融资与绿色金融、“一带一路”国际绿色发展联盟工作有机结合

### **专栏 3. 什么是“软性商品”？**

“软性商品”是指农林业生产的原材料及其衍生物。包括植物和动物源性材料，用于食品、纤维、饲料、药品、化妆品、洗涤剂 and 燃料。这些商品与“硬性商品”相对应，硬性商品是指提取或开采的原材料及其衍生品，如金属、石油和天然气等。

除这份专题政策研究外，国合会还开展了一项关于可持续贸易与投资的前期研究。绿色供应链与贸易投资之间有一些重叠点。例如，如何利用贸易规则并在其范围内开展工作，以确保环境和气候优先事项能够与贸易协同，使进口商和出口商受益。

提高全球交易的大宗商品标准是贸易商的关切所在。关于贸易的研究很好地分析了食物在贸易和环境之间起到的协同作用，也分析了在缺乏积极合作的情况下，试图解决各国之间权衡问题时可能发生的困难和摩擦。

## 第五章 结束语

综上所述，这六项政策、治理和制度建议将使中国的农食系统走上一条同时实现粮食安全和碳中和的道路。这些建议都在中国力所能及范围内实施，每项建议都会产生许多共同利益，包括改善人类健康和发展中国新型产业。

现在根据这些建议采取行动恰逢其时。由俄罗斯与乌克兰冲突、通货膨胀和气候所致作物欠收而引发的全球粮食危机将粮食安全问题置于国家议程的首位。这些建议确保中国在应对近期粮食挑战的同时，也能应对气候变化带来的长期挑战。

粮食安全与气候安全必须协同并行，于中国如此，于世界亦是如此。

## 参考文献

- Academy of Global Food Economics and Policy (AGFEP).2021. Rethinking agrifood systems for the post-COVID world. [http://agfep.cau.edu.cn/art/2021/4/30/art\\_39031\\_744872.html](http://agfep.cau.edu.cn/art/2021/4/30/art_39031_744872.html)
- Academy of Global Food Economics and Policy (AGFEP).2022. Reforming agricultural support policies to transform agrifood systems. [http://agfep.cau.edu.cn/art/2022/5/24/art\\_39031\\_861011.html](http://agfep.cau.edu.cn/art/2022/5/24/art_39031_861011.html)
- China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED). 2020. Global Green Value Chains— Greening China's “Soft Commodity” Value Chains. <https://cciced.eco/wp-content/uploads/2020/09/SPS-4-2-Global-Green-Value-Chains-1.pdf>
- Ceres. 2019. 230 Investors with USD \$16.2 Trillion in AUM Call for Corporate Action on Deforestation, Signaling Support for the Amazon. <https://www.ceres.org/news-center/press-releases/investors-callcorporate-action-deforestation-signaling-support-amazon>
- China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED). 2021. Global Green Value Chains: China's Opportunities, Challenges and Paths in the Current Economic Context. <http://en.cciced.net/POLICY/rr/pr/2021/202109/P020210917469069544512.pdf>
- China News. 2017. Ministry of Agriculture: China’s Pesticide Use Has Witnessed Negative Growth for Three Consecutive Years. <http://www.chinanews.com/cj/2017/12-21/8406159.shtml>
- Chinese Center for Disease Control and Prevention. 2021. Investigation and Analysis on healthy diet of working women aged 18-49 in China Communication on Climate Change. <https://english.mee.gov.cn/Resources/Reports/reports/201907/P020190702566752327206.pdf>
- Cui, Q., Ali, T., Xie, W. et al. The uncertainty of climate change impacts on China’s agricultural economy based on an integrated assessment approach. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 27, 25 (2022).
- FAO. 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GT>, accessed on May 2, 2022
- Flanagan, K., K. Robertson, and C. Hanson. 2019. Reducing food loss and waste: setting a global action agenda. [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/reducing-food-loss-waste-global-action-agenda\\_1.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/reducing-food-loss-waste-global-action-agenda_1.pdf)
- G. Liu. 2014. Food Losses and Food Waste in China: A First Estimate (OECD food, agriculture and fisheries papers)

General Administration of Customs P.R.China, 2022. Table of National Import of Key Commodities in December 2021 (CNY). (in Chinese).  
<http://www.customs.gov.cn/customs/302249/zfxxgk/2799825/302274/302275/4122175/index.html>

Guangming Daily. 2020. Conservation Tillage to "Reduce Pressure" on Overloaded Black Land. (in Chinese). [https://news.gmw.cn/2020-03/26/content\\_33685733.htm](https://news.gmw.cn/2020-03/26/content_33685733.htm)

Hannah Ritchie. 2021. Cutting down forests: what are the drivers of deforestation?  
<https://ourworldindata.org/team>

Huang, Y., Huang, X., Xie, M. et al. A study on the effects of regional differences on agricultural water resource utilization efficiency using super-efficiency SBM model. *Sci Rep* 11, 9953 (2021).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-89293-2>

Information collected from China Land Consolidation and Rehabilitation Center of the Ministry of Natural Resources

Jiao, D. 2020. "Promoting the High-Quality Development of Agricultural Trade in the New Development Pattern of 'dual circulation.'" (In Chinese).  
<http://www.farmer.com.cn/2020/10/14/99860523.html>

L. Wu. 2022. Food saving and loss reduction focus on action.  
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1727314891491714958&wfr=spider&for=pc>

L. Zhou, Z. Yang, M. Zhang, G. Cheng. 2019. Whole-industry chain loss and edible rate of Chinese meats. *Sci. Agric. Sin.*, 52 (21) (2019), pp. 3934-3942

Li, C., Bremer et. al. 2022. A systematic review of food loss and waste in China: Quantity, impacts and mediators. *Journal of environmental management*, 303, 114092

Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA). 2021. Notice on Printing and Distributing the 14th Five-Year National Agriculture Green Development Plan. (in Chinese).  
[http://www.moa.gov.cn/nybgb/2021/202109/202112/t20211207\\_6384020.htm](http://www.moa.gov.cn/nybgb/2021/202109/202112/t20211207_6384020.htm)

Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA). 2020. Bulletin on the National Cultivated Land Quality Grade in 2019. (in Chinese)  
[http://www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202004/202005/t20200506\\_6343095.htm](http://www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202004/202005/t20200506_6343095.htm)

Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ministry of Finance. 2017. Outline of Black Land Protection Plan in Northeast China (2017–2030). (in Chinese).

[http://www.moa.gov.cn/nybgb/2017/dqq/201801/t20180103\\_6133926.htm](http://www.moa.gov.cn/nybgb/2017/dqq/201801/t20180103_6133926.htm)

Ministry of Ecology and Environment (MEE). 2018. The People’s Republic of China Third National

Ministry of Natural Resources (MNR). 2021. Major Data Results of the Third National Land Survey Released. (in Chinese)

[http://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202108/t20210826\\_2678337.html](http://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202108/t20210826_2678337.html)

Ministry of Water Resource (MWR). 2019. China Water Resources Bulletin.

[http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/13/content\\_5408959.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/13/content_5408959.htm)

Ministry of Water Resource (MWR). 2016. China’s Water Resources.

[http://www.ches.org.cn/ches/kpyd/szy/201703/t20170303\\_879728.htm](http://www.ches.org.cn/ches/kpyd/szy/201703/t20170303_879728.htm)

Ministry of Water Resource (MWR). 2019. The National Action Plan for Water Conservation Released to Improve the Efficiency of Water Resources Utilization.

[http://www.mwr.gov.cn/xw/mtzs/gmrb/201904/t20190424\\_1127856.html](http://www.mwr.gov.cn/xw/mtzs/gmrb/201904/t20190424_1127856.html)

Ministry of Water Resource (MWR). 2021. Water Resources Bulletin 2020.

[http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202107/t20210709\\_1528208.html](http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202107/t20210709_1528208.html)

National Data. 2020. Annual data.

<https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01&zb=A0D0V&sj=2021>

National Health Commission (NHC). 2020. Report on Chinese Residents’ Chronic Diseases and Nutrition. Beijing: State Council.

OECD. 2021. "Women and SDG 2 – Promoting sustainable agriculture", in Gender and the Environment: Building Evidence and Policies to Achieve the SDGs, OECD Publishing, Paris,

<https://doi.org/10.1787/35ec6754-en>.

People’s Daily. 2018. China's Terrestrial Ecosystem Carbon Sequestration has been Identified for the First Time. (in Chinese). [http://www.gov.cn/xinwen/2018-04/19/content\\_5283872.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2018-04/19/content_5283872.htm)

People’s Daily. 2021. Xi: Ensuring grain security for Chinese people's "rice bowl". (in Chinese).

<http://politics.people.com.cn/n1/2021/0923/c1001-32234793.html>

The State Council. 2008. Outline of National Land Use Master Plan (2006-2020). (in Chinese)

[http://www.gov.cn/zxft/ft149/content\\_1144625\\_2.htm](http://www.gov.cn/zxft/ft149/content_1144625_2.htm)

The State Council. 2021. Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030. [http://english.scio.gov.cn/topnews/2021-10/27/content\\_77835815.htm](http://english.scio.gov.cn/topnews/2021-10/27/content_77835815.htm)

UN Comtrade. 2019. <https://comtrade.un.org/>

UN Comtrade. 2021. <https://comtrade.un.org/>

UN Women. 2016. Gender Dimensions of Vulnerability to Climate Change in China. <https://asiapacific.unwomen.org/en/digital-library/publications/2016/12/gender-dimensions-of-vulnerability-to-climate-change-in-china>

United Nations. 2020. “Enhance solidarity” to fight COVID-19, Chinese President urges, also pledges carbon neutrality by 2060. <https://news.un.org/en/story/2020/09/1073052>

Walmart Inc. 2020. Case Study: Encouraging Green Consumption in Retail. Walmart Sustainability

Xi, J. 2022. Dedicated to Solving Problems Related to Agriculture, Rural Areas and Rural Residents the Top Priority of the Party’s Work and Encouraging the Party and Society to Advance Rural Revitalization. (in Chinese). [http://www.gov.cn/xinwen/2022-03/31/content\\_5682705.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2022-03/31/content_5682705.htm)

Xie Wei, Wei Wei, & Cui Qi (2019). Bibliometric meta-analysis of the impact of climate change on the unit yield of major grain crops in China China's population, resources and environment, 29 (01), 82-88 (in Chinese)

Xinhua. 2022. Xi visits CPPCC members in sectors of agriculture, welfare and social security. <https://english.news.cn/20220307/e98039b53ab8418e9684c0c5847e943c/c.html>

Xinhuanet et. al. 2022. 2022 Insight Report on Plant-based Meat in China

Xinhuanet. 2020. Why did this matter become an "eternal topic" in the mind of the General Secretary. (in Chinese). <https://news.china.com/zw/news/13000776/20200723/38531294.html>

Zhao, H., Chang, J., Havlík, P. et al. 2021. China’s Future Food Demand and Its Implications for Trade and Environment. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00784-6>