



新生物学丛书

食品系统效应评估框架

A Framework for Assessing
Effects of the Food System



〔美〕M.C. 内希姆 M. 奥丽娅 P. 蔡易 主 编
王 慧 黄蔚霞 贾旭东 主 译
巴 乾 杨 辉 杨 丹 应 浩 宋海云 副主译



科学出版社

新生物学丛书

食品系统效应评估框架

A Framework for Assessing Effects of the Food System

“食品系统的健康、环境和社会效应评估框架”委员会

食品和营养委员会 农业和自然资源委员会

[美] M. C.内希姆 M.奥丽娅 P. 蔡易 主编

王 慧 黄蔚霞 贾旭东 主译

巴 乾 杨 辉 杨 丹 应 浩 宋海云 副主译

科学出版社

北 京

图字：01-2017-6526 号

内 容 简 介

本书主要介绍美国医学研究所（IOM）食品和营养委员会与美国国家研究委员会（NRC）农业和自然资源委员会的专家在“食品系统效应评估框架”方面的探索，该框架提出了评估食品系统在健康、环境、社会和经济等方面的潜在影响的基本原则，并在此基础上建立了完整的分析步骤。

本译著适合食品系统效应研究和食品政策分析方面的专业人士参考，也适合包括公共卫生、环境健康等专业在内的师生和研究人员参考。

This is a translation of *A Framework for Assessing Effects of the Food System*, Malden C. Nesheim, Maria Oria, and Peggy Tsai Yih, Editors; Committee on a Framework for Assessing the Health, Environmental, and Social Effects of the Food System; National Research Council © 2015 National Academy of Sciences. First published in English by National Academies Press. All rights reserved.

图书在版编目（CIP）数据

食品系统效应评估框架/（美）M. C.内希姆（Malden C. Nesheim）等主编；王慧，黄蔚霞，贾旭东主译. —北京：科学出版社，2019.1
（新生物学丛书）

书名原文：A Framework for Assessing Effects of the Food System
ISBN 978-7-03-059438-9

I. ①食… II. ①M… ②王… ③黄… ④贾… III. ①食品安全-评估
IV. ①TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 254042 号

责任编辑：王 静 岳漫宇 / 责任校对：王晓茜
责任印制：张 伟 / 封面设计：刘新新

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/16
2019 年 1 月第一次印刷 印张：19 3/4
字数：396 000

定价：128.00 元
（如有印装质量问题，我社负责调换）

《新生物学丛书》专家委员会

主 任：蒲慕明

副 主 任：吴家睿

专家委员会成员（按姓氏汉语拼音排序）

昌增益	陈洛南	陈晔光	邓兴旺	高 福
韩忠朝	贺福初	黄大昉	蒋华良	金 力
康 乐	李家洋	林其谁	马克平	孟安明
裴 钢	饶 毅	饶子和	施一公	舒红兵
王 琛	王梅祥	王小宁	吴仲义	徐安龙
许智宏	薛红卫	詹启敏	张先恩	赵国屏
赵立平	钟 扬	周 琪	周忠和	朱 祯

《食品系统效应评估框架》翻译组成员

主 译 王 慧 上海交通大学医学院

黄蔚霞 中粮营养健康研究院

贾旭东 国家食品安全风险评估中心

副主译 巴 乾 上海交通大学医学院

杨 辉 国家食品安全风险评估中心

杨 丹 中粮营养健康研究院

应 浩 中国科学院上海生命科学研究院

宋海云 上海交通大学医学院

参译人员 许亚婕 杨 阳 孙马钰 刘朝宝 梅一堃

李 玲 王 越 刘 琳 马志伟 黄 萍

刘 威 孙 超 王 会 李 言 姚晓含

刘胜男 张圣洁 刘 姣 叶 成 杨悠悠

陆金鑫 苗雨田

“食品系统的健康、环境和社会效应评估框架”委员会

Malden C. Nesheim（主席），纽约州，伊萨卡市，康奈尔大学，名誉院长，名誉营养教授
Katherine (Kate) Clancy，马里兰州，巴尔的摩市，宜居未来中心，约翰·霍普金斯大学，
布鲁伯格公共卫生学院，食品系统顾问，访问学者

James K. Hammitt，马萨诸塞州，波士顿市，哈佛大学公共卫生学院，经济与决策科学
教授

Ross A. Hammond，华盛顿哥伦比亚特区，社会动力学与政策中心主任，布鲁金斯研究
所经济学高级研究员

Darren L. Haver，奥兰治县，加利福尼亚大学，农业与自然资源决策主任兼顾问

Douglas Jackson-Smith，犹他州，洛根市，犹他州立大学，社会学、社会工作及人类学
系教授

Robbin S. Johnson，明尼阿波利斯市，明尼苏达大学，汉弗莱公共事务学院，全球政策
研究高级顾问

Jean D. Kinsey，圣保罗市，明尼苏达大学，食品工业中心，应用经济系名誉教授

Susan M. Krebs-Smith，马里兰州，贝塞斯达市，美国国家癌症研究所，风险控制与方案
分部首席

Matthew Liebman，埃姆斯市，艾奥瓦州立大学，亨利·阿加德·华莱士可持续发展农
业研究会主席，农业教授

Frank Mitloehner，戴维斯市，加利福尼亚大学，动物科学系教授

Keshia M. Pollack，马里兰州，巴尔的摩市，约翰·霍普金斯大学，布鲁伯格公共卫生
学院，副教授

Patrick J. Stover，纽约州，伊萨卡市，康奈尔大学，营养科学系教授兼主任

Katherine M. J. Swanson，明尼苏达州，门多塔海茨市，KMJ Swanson 食品安全有限公司
董事长

Scott M. Swinton，东兰辛市，密歇根州立大学，农业、食品与资源经济系教授，密歇根
州立大学东兰辛分校

IOM 和 NRC 研究人员

Maria Oria, 研究主任

Peggy Tsai Yih, 高级项目指挥官

Allison Berger, 高级项目助理

Alice Vorosmarti, 研究助理

Faye Hillman, 财务助理

Geraldine Kennedo, 行政助理

Ana Velasquez, 实习助理 (2013 年 8 月到期)

William Hall, 米尔扎扬科学与技术政策研究员 (2014 年 4 月到期)

Ann L. Yaktine, 食品和营养委员会主任

Robin Schoen, 农业和自然资源委员会主任

审 稿 人

审稿人以他们多样的视角和专业的技术对这篇草稿形式的报告进行了个人评审，评审依照国家研究委员会报告评审委员会所批准的规程。独立评审的目的在于提供公正而重要的评价，从而能够辅助编书团队使最终出版的报告更加全面，确保报告能够满足客观性、证据及响应性三方面的制度标准。为了保护审议过程的完整性，评审评价及草稿不公开。在这里我们非常感谢以下专家对这篇报告的评审。

William H. Dietz, 乔治·华盛顿大学

George M. Gray, 乔治·华盛顿大学

Michael W. Hamm, 密歇根州立大学

Shiriki K. Kumanyika, 宾夕法尼亚大学, 佩雷尔曼医学院

Paul J. Liroy, 新泽西医科与牙科大学, 罗伯特·伍德·约翰逊医学院, 皮斯卡塔韦

Stephen Polasky, 明尼苏达大学, 明尼阿波利斯

Mark A. Rasmussen, 艾奥瓦州立大学, 利奥波德可持续发展农业中心

Angela Tagtow, 营养政策和推广中心, 美国农业部

Lori Ann Thrupp, 加利福尼亚大学伯克利分校

Wallace E. Tyner, 普渡大学

Laurian J. Unnevehr, 伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校

John H. Vandermeer, 密歇根大学

Patricia Verduin, 高露洁棕榄公司

Rick Welsh, 雪城大学

Parke E. Wilde, 塔夫茨大学

尽管以上列出的评审者已提供很多建设性的评价和建议，但我们并没有要求评审者支持报告的结论或推荐这篇报告，并且评审者在报告发表前也没有看到最终定稿。本报告的评审由艾奥瓦州立大学的 Diane Birt 和斯坦福大学的 Mark R. Cullen 进行监督。他们由美国国家研究委员会和美国医学研究所任命，负责确保对本报告进行的独立评审是依据了制度上的程序，并仔细考虑所有评审意见。本报告的最终内容完全由创作委员会和机构负责。

《新生物学丛书》丛书序

当前，一场新的生物学革命正在展开。为此，美国国家科学院研究理事会于 2009 年发布了一份战略研究报告，提出一个“新生物学”（New Biology）时代即将来临。这个“新生物学”，一方面是生物学内部各种分支学科的重组与融合，另一方面是化学、物理、信息科学、材料科学等众多非生命学科与生物学的紧密交叉与整合。

在这样一个全球生命科学发展变革的时代，我国的生命科学研究也正在高速发展，并进入了一个充满机遇和挑战的黄金期。在这个时期，将会产生许多具有影响力、推动力的科研成果。因此，有必要通过系统性集成和出版相关主题的国内外优秀图书，为后人留下一笔宝贵的“新生物学”时代精神财富。

科学出版社联合国内一批有志于推进生命科学发展的专家与学者，联合打造了一个 21 世纪中国生命科学的传播平台——《新生物学丛书》。希望通过这套丛书的出版，记录生命科学的进步，传递对生物技术发展的梦想。

《新生物学丛书》下设三个子系列：科学风向标，着重收集科学发展战略和态势分析报告，为科学管理者和科研人员展示科学的最新动向；科学百家园，重点收录国内外专家与学者的科研专著，为专业工作者提供新思想和新方法；科学新视窗，主要发表高级科普著作，为不同领域的研究人员和科学爱好者普及生命科学的前沿知识。

如果说科学出版社是一个“支点”，这套丛书就像一根“杠杆”，那么读者就能够借助这根“杠杆”成为撬动“地球”的人。编委会相信，不同类型的读者都能够从这套丛书中得到新的知识信息，获得思考与启迪。

《新生物学丛书》专家委员会

主任：蒲慕明

副主任：吴家骞

2012 年 3 月

中译本序

一个国家的食品系统是指通过食品供养整个民族的全部要素和环节。表面上，食品系统包括了农业种植与生产、食品制造和加工、包装、运输、商业销售、公众消费、餐饮，以及食物废弃处理等过程，但它涉及的影响却远远超出了这个范围。当今的食品系统是在经济、生物、社会、政治所编织的复杂背景中运作的供应体系，它们紧密联系并相互影响。因此，人民的健康和国家的环境、社会和经济状况通常与食品系统密切相关。为了改善健康水平、保护环境或者提高生产力等，国家会做出某些决策，而这些决策的最终结果可能达到了期望目标，但也可能产生非预期效应，涉及的范围包括环境（如生物多样性、水、土壤、空气和气候）、健康（如与饮食直接相关的慢性代谢疾病，或通过土壤、空气和水污染间接影响健康）和社会（如粮食产量和供应、土地使用、就业、劳动条件和地方经济）。在经济全球化的今天，食品系统效应的影响范围可能更加广泛，尤其是对于美国和中国这样巨大的经济体来说，其影响可能是世界性的或者全人类的。如何对食品系统效应进行分析、评估以帮助决策者制定合理决策，是一个重要的研究领域。

美国是世界上食品系统比较完善的发达国家，但迄今为止，大多数研究仍采取相对狭隘的方法研究食品系统内的变化，对食品系统复杂性的考虑不够全面。这种方法往往会错过因素间重要的相互联系，因此无法捕获到食品系统中因任何一个因素的改变而带来的整体影响。针对这一系统的复杂性问题，美国医学研究所（IOM）食品和营养委员会及美国国家研究委员会（NRC）农业和自然资源委员会联合组织专家研究建立了这一“食品系统效应评估框架”，来分析美国食品体系的健康、环境、社会和经济等方面的潜在影响，以及如何权衡利弊。该框架提出了基本原则，包括认识整个食品系统范围内的影响，考虑影响的所有领域和所有维度，解释系统的动态性及其复杂性，选择合适的方法进行分析和综合，并在此基础上建立了完整的分析步骤。

我国的食品系统在经历了多年的发展之后也已逐渐完善，但我国的食品系统与西方发达国家相比具有显著差异，如农业生产方式、居民的膳食结构和饮食习惯、人口的食物消费观念等。食品系统效应的复杂性在我国可能更为突出，影响更为深远。美国“食品系统效应评估框架”为我们关注和解决这一问题提供了很好的借鉴。这本译著将为食品系统效应研究和食品政策分析提供建议，也为我国食品系统在食品安全、人口健康、环境保护、社会 and 经济发展等领域的效应评估提供新思路。

吴永宁

技术总师

国家食品安全风险评估中心

2017年8月

原 书 前 言

食品几乎成为现代生活所有方面中主要的话题，它引发了一系列问题。例如，什么构成健康饮食、食品如何生产，以及什么样的食品生产最适合环境。为了应对日益增加的世界人口，是否有充足的食物量？是否有部分美国人口会面临食品安全问题？是否人道饲养食物动物？谁参与了食品生产？工人是否得到公平对待，他们是否获得了体面的待遇？如今，大厨越来越知名，我们的社会外包了越来越多的食品准备工作和服务工作。食品研究已经成为从科学到人文学科中多样性学术课程的一部分，并且已经出现了越来越多的关于食品系统及其与现代生活关系的文献。卫生专业人士和公众都意识到，食物不仅是营养的来源，也反映了个人的价值观和文化。

随着食物生产方式、生产者及生产地点的剧烈变化，人们对食物的兴趣日益增加。过去一个世纪以来，美国已经从以农业为主过渡成为一个高度工业化的国家，只有一小部分人口参与实际的粮食生产。美国的食品系统与世界其他地方相比，为美国消费者提供了更低成本且非常多样的粮食供应。然而，许多人担心，市场上的食品成本可能不能反映其真实成本。食品生产和分配的一些成本没有反映在食品的市场价格上，而是由我们社会的健康、环境和社会领域的其他方面“外化”承担。

现代农业代表了生物经济，它不仅生产食品，而且生产各种非食品工业用途的原料，包括为我们的车辆提供动力的生物燃料。食品生产是这一生物经济的核心，与其他对原材料的社会需求相竞争。食品组分进入供应链，通过各种渠道运输、制造、分销并向消费者销售。生物经济各组成部分的相互联系意味着旨在影响系统某一方面的政策可能会以一种通常未预料到的方式影响其他组成部分。委员会是由美国医学研究所（IOM）食品和营养委员会与美国国家研究委员会（NRC）农业和自然资源委员会合作任命，该委员会制定了一个分析框架来评估美国食品系统的健康、环境、社会和经济等方面，以考虑系统的复杂性。委员会认识到，美国的食品系统被嵌入在一个广泛相互关联的全球体系中，但报告的关注点只集中在美国食品系统的组成成分上。

在执行这项任务时，委员会需要界定和描述目前的美国食品系统，并考虑其随时间的演化。委员会借鉴了当前出版的文献中描述和记载的现行制度对健康、环境及社会和经济领域的潜在影响。这些描述影响的章节通过一些不一定被欣赏或理解的方式，为食品系统的各个方面如何影响现代生活提供了见解。委员会在编写本报告时，考虑了食品系统正面和负面的影响，但并未对任何特定方面作出总体评估。本报告并不是只针对美国食品制度进行评论，而是在当前嵌入的农业和食品系统实践中辨识出许多利弊权衡。本报告在一些案例中考虑到了这些利弊权衡，这些案例阐述了食品系统、健康、环境和生活质量之间的相互联系，以及对新政策或实践分析的挑战。

在委员会商议过程中，食品系统显然是非常复杂的，有许多驱动因素和活动者。这

一认识导致委员会要确定，旨在理解复杂系统的分析方法最适用于理解食品系统的结构，以及影响它的政策。委员会将分析框架视为一种通用框架，该框架适用于通过多种多样的方法论来调查有关食品系统的不同问题，但要求任何分析必须考虑到健康、环境、社会和经济方面的影响。本报告强调这种分析在食品系统中是至关重要的，因为它们的影响超出了旨在改善该领域的特定政策或建议。

委员会希望这份报告中概述的分析框架能够被负责考虑或评估替代政策，或者影响美国食品系统改变的潜在配置的研究人员和决策者广泛采用。在所有领域中充分利用这一框架可能需要开发能够应对系统全面范围的新方法论或模型。委员会认为，这种分析可以帮助确保美国的食品系统能够维系公民的健康、生活质量及环境的可持续性。

负责编写报告的委员会成员有着丰富的专业知识，成员从农业、公共卫生、营养、食品安全、社会学、经济学、复杂系统和食品工业领域中选出。这些章节由委员会成员联合撰写，他们将专业知识运用在适当的段落中，并接受了整个委员会的审议和评论。委员会成员甘愿奉献自己大量的时间来研究、审议和编写报告。很多成员在公开委员会会议期间为解决报告中的主要问题奉献了宝贵的时间和精力，并在研讨会上发言。我们非常感谢他们的努力付出。

委员会也特别感谢美国医学研究所和美国国家研究委员会的工作团队为我们提供的不间断的支持，特别是研究主任 Maria Oria 和高级项目指挥官 Peggy Tsai Yih，他们精心地指导了这份非常复杂的报告的编写；Alice Vorosmarti 收集的资料和绘画技巧非常宝贵，以及 Aaron Johnson 提供了行政支持。委员会还受益于农业和自然资源委员会主任 Robin Schoen 及食品和营养委员会主任 Ann L. Yaktine 的整体指导。

支持该项目的委员会成员及工作人员的无私奉献和辛勤工作让我非常感动，我个人对大家的付出感激不尽。

Malden C. Nesheim, 主席
“食品系统的健康、环境和社会效应评估框架”委员会

目 录

概要	1
任务	2
食品系统：复杂的自适应系统	4
评估框架	5
取得的经验	8
结论	9
行动倡议	10

第一部分 美国食品系统

1 简介	15
研究的起源和需求	15
委员会的任务和方案说明	17
报告组成	20
参考文献	20
2 美国食品系统概述	21
现有美国食品系统的定义和规划	21
美国食品系统的演变	31
结束语	50
参考文献	51

第二部分 美国食品系统的效应

3 美国食品系统的健康效应	59
食品系统和健康效应	59
食品系统潜在的特殊健康效应	62
食品系统对人体健康效应的复杂性	72
测量健康效应的方法	75
总结	79
参考文献	80

4	美国食品系统的环境效应	89
	潜在的环境效应及相关机制的分类	90
	环境效应的复杂性	98
	影响环境的人为驱动因素	102
	系统性能的量化方法	105
	总结	109
	参考文献	109
5	美国食品系统的社会和经济效应	118
	对食品生产部门的潜在社会和经济效应	118
	对食品产业的潜在社会和经济效应	128
	对美国消费者的潜在社会和经济效应	136
	社会和经济效应的复杂性	144
	食品系统与社会和经济效应的关联方法	147
	总结	152
	参考文献	152

第三部分 框 架

6	美国食品和农业系统是一个复杂自适应系统	167
	复杂自适应系统	167
	食品系统评估框架的启示	172
	参考文献	172
7	食品系统及其效应的评估框架	174
	评估框架	174
	评估食品系统对健康、环境、社会和经济效应的推荐框架	174
	评估步骤	178
	分析：分析食品系统效应的方法	182
	综合分析：解释、综合与平衡	189
	预算考虑	192
	将利益相关方融入研究	193
	框架的使用	194
	总结	198
	参考文献	199
7-A	附件：框架解析案例	204
	附件 1：针对鱼类消费的膳食建议	206

参考文献	215
附件 2：美国生物燃料政策	218
参考文献	226
附件 3：从美式饮食中获取水果和蔬菜的推荐量	230
参考文献	239
附件 4：农业生态系统中的氮元素	242
参考文献	252
附件 5：探讨鸡舍效应的系统方法	256
参考文献	260
8 结语	261
结论	261
附录 A 开放会议议程	265
“食品系统的健康、环境和社会效应评估框架”委员会会议	265
了解食品系统及其影响研讨会	266
附录 B 选定的指标、方法、数据和模型	269
附录 C 专有名词缩略表	287
附录 D 委员会成员简介	289

概 要

在为大众提供品种众多、价格低廉、供应充足的食物方面，美国国家食品系统取得了历史性的成功。这种成功得益于将食品的生产商、加工商及分销商组成“一条龙”的供应链（图 S-1），使得食品系统成为美国经济的重要组成部分之一。

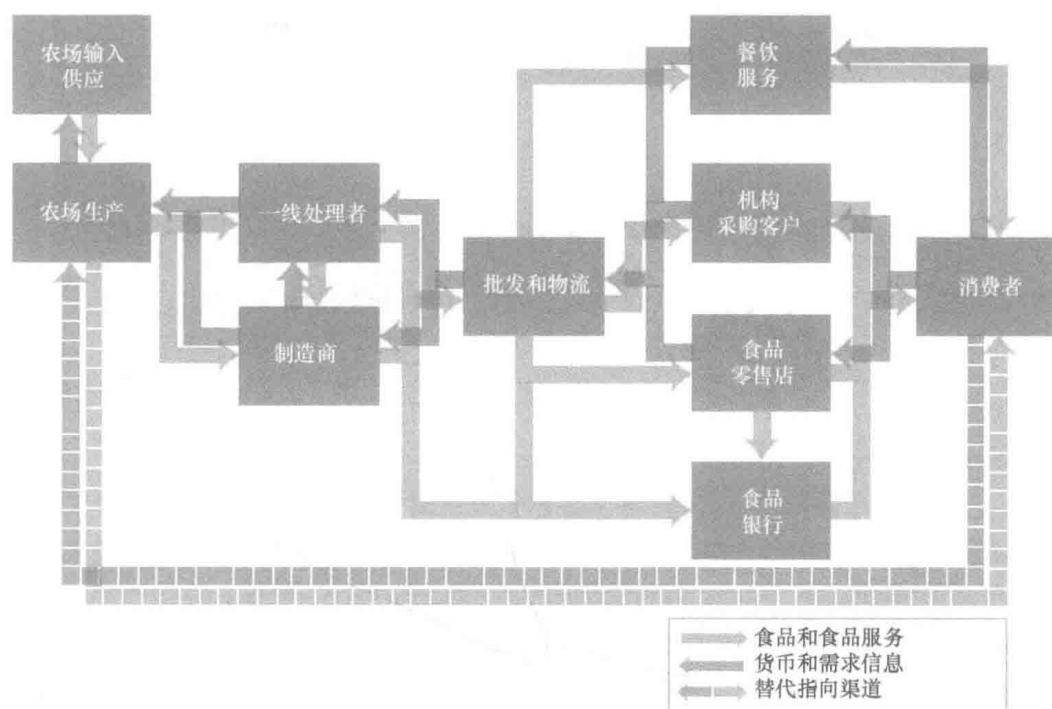


图 S-1 食品供应链的概念模型。在一个固定区域（如地区或国家）的供应链中的各个元素和参与者，与其他区域中的参与者也有相互联系（如国际贸易）（彩图请扫封底二维码）

美国的食品系统不仅与全球食品系统联系广泛，而且深刻地影响着食品的全球化。同时，它与多样化的，不断变化的，拥有广泛经济性、生物性和社会性的大众环境相辅相成（图 S-2）。

为了改善健康水平、保护环境或者提高生产力，人们会做出一些特殊的决定，这些决定也同时改变着食品系统。更有甚者，这些决定最终产生的后果可能不同于最初的意图，对美国本土和海外造成了深刻的影响。涉及的范围可能包括环境（如生物多样性、水、土壤、空气和气候）、人类健康（例如，与饮食直接相关的慢性代谢疾病，或通过土壤、空气和水污染间接影响健康）和社会（如粮食获得性和可负担性、土地使用、就业、劳动条件和地方经济）。

迄今为止，大多数研究仍采取相对狭隘的方法研究食品系统内的变化，对食品系统复杂性的考虑不够全面。这种方法往往会错过重要的相互关系，因此无法捕获到食品系

统中因任何一个因素的改变而带来的整体效应。

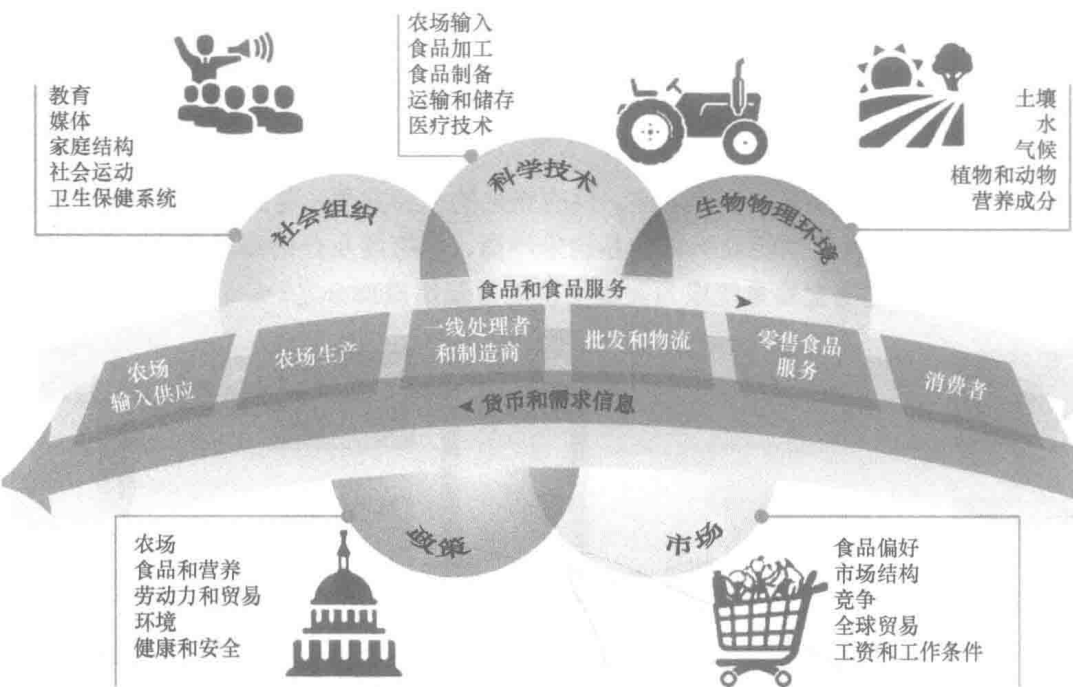


图 S-2 食品供应链与大型的生物物理及社会/制度环境之间的联系（彩图请扫封底二维码）

在考虑任何变化时，决策者需要用正确的方法来分析预期和非预期效果，了解如何预估这些潜在效应，并能够认识到是否需要予以权衡^①。例如，建议增加水果和蔬菜的消费来促进更健康的饮食，但这同时会引发增加灌溉或农业劳动支出的问题。由于存在着大量难以比较的权衡，在众多选择中做出决定极具挑战性。然而，任何解决方案都需要整合多种方法以对各种可能的后果进行检测和衡量。

因此，委员会提出了一个分析框架，可作为决策者、研究人员及其他利益相关方的工具，用于检测在食品系统中由于干预所造成的影响，以及评估由特殊变化所带来的经济后果、集体健康、环境和社会改变。这个分析框架提供了一个包含理论和实践的组织结构，由 4 个原则和 6 个步骤组成。这个框架将有利于以下 4 个方面：①识别并潜在地防止干预的意外效应；②提高利益相关方做决策的透明度；③改善科学家、决策者和其他利益相关方之间的沟通，更充分地理解相关的价值和观点；④降低对任何特定分析结果错误解释的可能性。

该分析框架的目的就是在对食品和农业领域内的问题进行评估时提供指导。委员会指出，与使用其他工具一样，使用框架分析对于任何决策过程来说只是一个参考因素，而决策涉及的其他考虑因素（如判断）可能未包含在本报告内。

任 务

美国医学研究所和美国国家研究委员会召集了一个专家委员会，来制定与食品系统

① 权衡是指失去某一质量或某方面以获得另一质量或另一方面