



联合国
粮食及
农业组织

2

粮食和农业的未来

实现2050年 目标的各种途径

摘要版



粮食和农业的未来

实现2050年 目标的各种途径

摘要版

联合国粮食及农业组织
罗马, 2018

引用格式要求：

FAO. 2018. 粮食和农业的未来 — 实现2050年目标的各种途径. 罗马. 54页. 许可：CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织（粮农组织）对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状况，或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品，无论是否含有专利，并不意味着这些公司或产品得到粮农组织的认可或推荐，优于未提及的其它类似公司或产品。

本信息产品中陈述的观点是作者的观点，不一定反映粮农组织的观点或政策。

ISBN 978-92-5-131005-2

©粮农组织，2018



保留部分权利。本作品根据署名-非商业性使用-相同方式共享3.0政府间组织许可（CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.zh>）公开。

根据该许可条款，本作品可被复制、再次传播和改编，以用于非商业目的，但必须恰当引用。使用本作品时不应暗示粮农组织认可任何具体的组织、产品或服务。不允许使用粮农组织标识。如对本作品进行改编，则必须获得相同或等效的知识共享许可。如翻译本作品，必须包含所要求的引用和下述免责声明：“该译文并非由联合国粮食及农业组织（粮农组织）生成。粮农组织不对本翻译的内容或准确性负责。原[语言]版本应为权威版本。”

任何与此许可下出现的纠纷有关的调解，均应根据现行《联合国国际贸易法委员会仲裁规则》进行。

第三方材料。欲再利用本作品中属于第三方的材料（如表格、图形或图片）的用户，需自行判断再利用是否需要许可，并自行向版权所有者申请许可。对任何第三方所有的材料侵权而导致的索赔风险完全由用户承担。

销售、权利和授权。粮农组织信息产品可在粮农组织网站 (www.fao.org/publications) 获得，也可通过 publications-sales@fao.org 购买。商业性使用的申请应递交至 www.fao.org/contact-us/licence-request。关于权利和授权的征询应递交至 copyright@fao.org。

目录

本小册子概述了《**粮食和农业的未来 — 实现2050年目标的各种途径**》报告的主要信息和发现。数字和图表取自该出版物。

致谢	4
缩略语	6
前言	8
粮食和农业的未来：总体关注和重要信息	10
1 概述	15
2 不同情形下可能展现的未来	22
3 满足粮食需求和改变人们的膳食偏好	28
4 以可持续方式来解决土地和水资源短缺和质量下降问题	33
5 致力于解决贫困和不平等从而实现粮食安全和营养资源目标	39
6 着手处理气候变化、农业部门与生计之间的关系	48
7 结束语	54



致谢

这份报告由粮农组织经济及社会发展部（以下简称ES）全球前景研究组（以下简称GPS）编写。首席作者为GPS高级经济学家兼组长 Lorenzo Giovanni Bellù；合著者包括GPS其他组员经济学家Katerina Kavallari、MarcMüller及Lan Huong Nguyen和自然资源专家Dominik Wisser。作者们在开展研究设计和相关建模、收集数据和信息、并对定量和定性结果进行分析后，撰写了这份报告。

ES助理总干事Kostas Stamoulis为报告的整体编写提供了大力宏观指导。报告初稿编写由农业发展经济司（以下简称ESA）前司长及国际食物政策研究所（以下简称IFPRI）市场、贸易和机构部现任主任Rob Vos监督指导。报告定稿由ESA副主任Marco Vinicio Sánchez Cantillo监督指导，他亦为报告的编辑工作做出了重大贡献。

来自粮农组织各个部门的多位专家在2016年7月和12月及2017年11月分别举行的三次筹备研讨会上做出了重要的技术投入和建议。以下人士给予了显著的贡:

经济及社会发展部（ES）：

Katherine Baldwin, Carlo Cafiero、Andrea Cattaneo、Filippo Gheri、Günter Hemrich、Holger Matthey、Carlos Mielitz Netto、Salar Tayyib和Francesco Tubiello。

农业及消费者保护部（AG）：

Teodardo Calles、Alessandra Falcucci、Hilde Kruse、Anne Mottet、Carolyn Opio、Timothy Robinson、Henning Steinfeld、Giuseppe Tempio和Aimable Uwizeye。

渔业及水产养殖部（FI）：

Manuel Barange和Stefania Vannuccini。

气候，生物多样性，土地及水利部（CB）：

Gianluca Franceschini、Jippe Hoogeveen和Nadia Scialabba。

各项战略计划（SP）：

Panagiotis Karfakis和Brave Ndisale（SP1）、Clayton Campanhola、Jean-Marc Faurès、Ewald Rametsteiner（SP2）、Maya Takagi（SP3）、

Jamie Morrison (SP4) 和
Dominique Burgeon (SP5)。

总干事办公室 (ODG) :
Yasaman Matinroshan。

粮农组织衷心感谢来自以下机构和人士的宝贵贡献：

Linda Arata (意大利圣心天主教大学)、Wolfgang Britz (德国波恩大学)、Günther Fischer (国际应用系统分析研究所)、Steve Frolking (美国新罕布什尔大学)、David Hallam (粮农组织贸易及市场司前司长)、Dominique van der Mensbrugge (美国普渡大学)、Daniele Moro (意大利圣心天主教大学) 和 Paolo Sckokai (意大利圣心天主教大学)。

编辑顾问 Jim Curtiss 对报告各稿进行了校订。出版专家 Daniela Verona 为报告提供了图表编制并确定了最终布局版本。

外联专家 Raffaella Rucci 协调了报告的出版和沟通工作。通讯联络人员 Christopher Emsden 为编制报告所阐述的重要信息提供了建议。办公室助理 Eleonora Boni 负责协调了报告摘要版本的编写工作。

办公室助理 Anna Doria Antonazzo 为报告提供了行政支持。

粮农组织全组织交流办公室 (OCC) 出版组提供了编辑翻译和印刷支持。



缩略语

AfDB	非洲开发银行
BAU	一切照旧
CFS	世界粮食安全委员会
CO₂	二氧化碳
CO₂eq	二氧化碳当量
COP21	第21次《联合国气候变化框架公约》缔约方会议 (巴黎, 2015年)
EAP	东亚与太平洋地区
ECA	欧洲与中亚地区
ENVISAGE	环境影响和可持续性应用一般均衡模型
FAO	联合国粮食及农业组织
FDI	外国直接投资
GAEZ	全球农业生态区
GAPS	粮农组织全球农业展望系统
GHG	温室气体
GLEAM	全球畜牧业环境评估模型
GTAP	全球贸易分析项目
GtCO₂eq	10亿吨二氧化碳当量
HIC	高收入国家
IFAD	国际农业发展基金会
IFPRI	国际食物政策研究所
IIASA	国际应用系统分析研究所
INDC	国家自主贡献预案
IPCC	联合国政府间气候变化专门委员会
Kcal	千卡

LAC	拉丁美洲和加勒比地区
LMIC	中低收入国家
NNA	近东和北非地区
OCHA	联合国人道事务协调办公室
ODA	政府开发援助
OECD	经济合作与发展组织
PoU	营养不足患病率
RCP	典型浓度路径
SAS	南亚地区
SDGs	可持续发展目标
SSA	撒哈拉以南非洲
SSP	共享社会经济路径
SSS	分层的社会
TSS	迈向可持续发展
UN	联合国
UNECA	联合国非洲经济委员会
UNICEF	联合国儿童基金会
USD	美元
WFP	世界粮食计划署
WHO	世界卫生组织
WRI	世界资源研究所

前言

上
世纪见证了全球范围的社会经济长足进展，人民的福祉亦有显著提高。然而，我们尚未实现联合国各位创始人所憧憬的“免于恐惧和匮乏的自由”世界。

粮农组织的愿景是建立一个“没有饥饿和营养不足的世界，使粮食和农业以经济、社会和环境可持续的方式促进提高所有人民的生活水平，特别是世界上最穷苦的人民”。要实现这一愿景，还有许多工作要做。

在消除饥饿和营养不良方面所取得的进展仍然不足以实现《2030年可持续发展议程》的目标

应对各种形式的饥饿、粮食不安全以及营养不良带来的挑战是《2030年可持续发展议程》第2项可持续发展目标（SDG）的主要任务。然而，尽管收入和财富在全球范围内都取得了很大幅度的增长，但目前仍有数十亿人口面临着无处不在的贫困、饥饿和营养不良、各种类型的不平等、失业、疾病和基本生活用品和服务的匮乏。粮农组织最近的预测揭示了8.21亿

人——全球大约每9人中便有1人——在2017年处于食物不足的状态。更令人痛心的是，面临食物不足（PoU）的绝对人口数目及其变化态势在长期下降后可能又有所抬头，意味着这一趋势可能正在逆转。同时，粮食不安全会导致营养不足，超重和肥胖，且以上营养不良形式在许多国家同时呈高发趋势。

包括渔业和林业在内的农业远未实现可持续发展

我们赖以生存的环境为人类的许多进步付出了惨重的代价。为了生产更多的粮食和其他非粮食农产品，精耕细作和森林砍伐导致了自然资源的退化，并且是气候变化的诱发因素。

如果我们继续以“一切照旧”的方式来应对这些挑战，未来的希望极其渺茫。可持续的粮食和农业系统，若无额外的重大努力，将无法实现。

尽管如此，我们仍旧有应对挑战的多种选择

纵然存在应对这些挑战的多种选择，但需对其进行认真考虑仔细斟酌。粮食和农业系统可以遵循不同

的替代路径，这取决于人口增长、膳食选择、技术进步、收入分配、自然资源状况及使用、气候变化以及成功预防和解决冲突的能力等诸多因素的演化发展。战略选择和政策决策将会给这些路径带来影响。我们需要采取迅速和有目标的行动，以确保粮食和农业系统的长期可持续性。然而，鉴于未来的不确定性，若要立即采取行动，我们需要对不同路径下世界将呈现出的不同面貌做出良好的判断。

本报告描写了以直接处理，局部处理或不处理的三种不同方式应对粮食安全、营养资源和可持续性挑战，探讨了粮食和农业系统在三种不同的情形下未来所面临的不同路径。它能够提高我们对全球和区域层面未来不同长期趋势的事前理解，包括影响粮食和农业未来的关键变量和指标。在这些结论的基础上，本报告突出了将粮食和农业系统推向更加社会、环境和经济可持续性发展路径而可能做出的战略性选择。

本报告在量化证据的基础上令人信服地表明，我们可以用更少的资源实现更多的目标，为全球所有人口生产安全且营养丰富的食品，遏制农业部门不必要的扩张从而限制自然资源的使用。

正当各国、国际组织、民间团体及学术界日益期待在未来粮食和农业领域出现一项权威性的前瞻性研究时，本报告的目的就是为了填补该领域的知识空白。本报告积累了大量丰富的多学科专业知识，并借鉴了来自粮农组织内外多个渠道的数据。报告以一丝不苟又简单明了的语言阐述了在塑造世界共同未来的征途中我们必须承担的责任。

我谨借此机会呼吁决策者、国际社会、学术界和民间团体充分重视这份报告，请勿将其视作一项分析工作的终点，而是将这份报告作为旨在形成国家、区域和全球各级可持续发展模式的对话和战略性政策选择和进程的起点。



Kostas Stamoulis

助理总干事

经济与社会发展部

联合国粮食及农业组织

粮食和农业的未来： 总体关注和重要信息



粮食和农业的未来¹面临着一系列不确定性，从而引发了针对其表现和可持续性提出的严肃问题和关注。不确定性围绕着下述不同因素存在：人口增长、膳食选择、技术进步、收入分配、自然资源状况、气候变化以及和平的可持续性，此处仅举几例。没有人确切地知道这些因素将随着时间的推移如何发展，但毫无疑问，它们将塑造未来。与此同时，也正因此，各国、国际组织、民间社会和学术界正日益期待着一项权威性的前瞻性研究，能通过描述多种情形，突显出粮食与农业系统的潜在路径。

本出版物填补了这一知识空白。然而，它未必通过提供具体政策措施的详细清单来实现理想的未来，这超出了全球长期预见的范围。相反，这份报告强调了粮食和农业系统未来面临的全球性挑战，以及着手处理这些挑战或对其听之任之分别将在多大程度上使粮食和农业系统接近或远离可持续性。鉴于需要用粮食和农业的定量长期预测来证实合乎情理的设想，这种分析在本质上是定量的。同时，定量结果的解释依赖于大量的定性分析。

本报告提供的对多种情形的定量和定性分析剖析了有关粮食和农业未来的基本问题，帮助确定促进国家、区域和全球对话和政策调整的战略方向，并有助于形成推动粮食和农业系统沿着可持续模式发展的关键信息。

¹ 在这份报告中，“农业”囊括所有农业部门，包括农作物生产、畜牧业、渔业和林业。

全球的粮食和农业系统在未来是否能够以可持续和可行的方式供给人类，同时亦能满足非粮食农业的额外需求？

重要信息

粮食和农业系统受可能危及未来可持续性的各种趋势的影响。

人口和收入增长不断驱动着对粮食的需求并在改变人们的饮食习惯。根深蒂固的贫困、不平等现象和失业限制了粮食获取，并阻碍了粮食安全和营养资源目标的实现。农业生产的制约因素包括日益稀缺且质量下降的土地资源和水资源，以及在可持续农业方面投资的匮乏。气候变化继续给产量和农村生计带来影响，与此同时，农业生产也在不断排放温室气体（GHG）。

改变发展的方向至关重要——“一切照旧”已经不再可选。

有证据表明，如果粮食和农业系统维持目前的发展路径，则未来将面临持续的粮食不安全问题以及不可持续发展的经济增长。许多国家和地区已经致力于实现可持续发展的粮食和农业体系。然而，如《2030年可持续发展议程》所预见的，充分实现可持续发展目

标（SDG）将需要进一步努力：解决日益严重的不平等和性别不平衡、维持和平、减少温室气体排放、避免消耗资源的农业系统、更好地管理对资源密集型动物食品的需求、减少食物损失和浪费并承担其他挑战。

更可持续的未来并非空中楼阁，但前进的道路艰难险峻。

为了摆脱“一切照旧”，整个社会必须更新用于生产商品和提供服务的资产或资本存量、制定新的解决方案、并实施创新技术。本着可持续发展目标的团结互助精神，能够合理承担必要转型成本的国家和社会团体将必须为已遭受不可持续发展影响的国家和社会团体提供支持，并为子孙后代创造更美好的未来做出贡献。

所有国家都必须致力于分担实现基本变革的重任。

提高粮食和农业可持续性所需的全球变革进程远远超出了“发达国家”

和“发展中国家”之间的鸿沟。在这一进程中，所有国家都将受这一进程的影响，因为“社会消费和生产方式的根本变化对于实现全球可持续发展是不可或缺的”（里约+ 20峰会。《我们憧憬的未来》）。

提高消费者意识将有助于遏制不必要扩大粮食生产的需要并减少营养不良的“三重负担”...

由于人口增长、膳食改变以及收入增加，世界各地的农业产量预计也会随之增加。提高消费者对环境可持续和更为健康的饮食的认识、减少食品浪费、更有效的食品定价以充分反映食物生产的负外部性以及限制将粮食用于生物燃料生产都将是遏制农业需求的关键因素。这对于减少营养不良的“三重负担”也是至关重要的，这三重负担包括营养不足、微量营养素缺乏、超重和肥胖，这些问题常在同一国家甚至社区内共存。

...但提高产量将不可避免，而前进之路应利用更少的资源达成这一目标。

从事粮食和农业工作的人员必须学会通过提高土地和水资源利用、减少温室气体排放量、提高能源生产和利用的效率、以及修复土壤和森林，

从而在资源约束更为严格的情况下满足日益增长的需求。这些仅仅是我们在追求可持续发展过程中的部分战略性选择。

在迈向可持续发展的同时，粮食价格可能会大幅上涨...

有证据表明，如果考虑到生产和消费的总体成本，包括资源退化和温室气体排放，粮食价格可能会飙升，但这或许会促使我们更加谨慎地利用自然资源和粮食。

...然而，环境的可持续性和粮食安全是可以齐头并进的。

尽管推进农业及粮食和农业系统的可持续性会提高粮食价格并抑制全球农业产量，但如果国家内部和国家之间更公平地分配收入，则可以在中低收入国家大幅提高人均粮食供应和获得粮食的能力。

必须更公平地分配收入...

确保在国家内部和国家之间更公平地分配收入是实现粮食安全、增加营养资源和粮食系统环境可持续性不可或缺的关键环节。实现这一目标的战略选择包括：促进可持续发展技术并协助家庭农场主进入市场，建立强有力的机制以确保农业投入和输出市

场的竞争性、透明性和公平性，实施行之有效的社会保护体制和公平的财政系统，以及减少导致低收入国家资源枯竭的非法金融流动。

...还需要加强弱势群体的资产获得能力。

能够安全和公平地获得土地、水资源和资本等资产，以及信贷设施、信息获取、技能和专有技术的改善，将大大有助于增加社会贫困阶层的谋生潜力，包括从事农业活动以及从事其他创造经济价值的人口。

粮食和农业部门是关键，但其已不足以确保获取粮食的公平性。

在中低收入国家，农作物生产、畜牧业、渔业和林业仍然对就业和

创收发挥着重要的作用，但这些部门已无法提供充足的机会。一方面，整个农业部门，特别是家庭农场主需要通过发展农产工业以及连接农村和小城镇所需的基础设施，与更广泛的农村和城市经济更为紧密地连为一体。另一方面，需要有依托高效的财政系统的强有力的体制，来确保整个经济范围内的创收机会、有效的社会保护以及富有竞争力的和公平的国内国际投入与产出贸易。所有这些措施不仅是提高经济体制效率和公平，同时也是促进经济体制结构转型的关键所在。此外，如果整体经济不同时做出提高能源利用效率的努力，减少农业GHG排放量的干预措施将不可能产生任何显著的效果。

1. 概述

《粮食和农业的未来 - 实现2050年目标的各种途径》为全球和区域粮食及农业系统的发展提供了一个前瞻性视角。这一发展及其实施所面临的挑战将取决于潜在长期供求趋势之间的平衡，而这些趋势则将不断给全球粮食和农业的未来造成影响。

关于粮食和农业未来的总体关注是，截至2050年及之后，全球系统是否能够以可持续的方式供给人类，同时亦能满足非粮食农业的额外需求，之所以存在这个顾虑是因为目前的趋势令我们对粮食和农业系统的经济、社会及环境可持续性有所质疑。

人口、收入和城市化的增长驱动了对粮食的需求，改变了人们对更资源密集型的动物产品和加工食品的膳食偏好。

对食品和其他农产品的总体需求在不断增长，反映了受人口和收入增长及城市化进程的推动而产生的膳食变化。例如，肉类和乳制品在人类膳食中所占的比例随着经济增长而有所增加，而谷类所占份额则有所下降。这就引发了对膳食的可持续性及其健康影响的担忧，尤其是在高收入国家（HIC），成人肥胖和儿童肥胖同时呈显著上升趋势（图1.6），但并不

单单涉及这些国家。²与此同时，与饮食相关的非传染性疾病的发病率也在不断增长（《2015年全球疾病负担危险因素合作者研究》（GBD 2015 Risk Factors Collaborators），2016年；《2016年全球疾病负担伤残调整生命年和健康预期寿命合作者研究》（GBD 2016 DALYs and HALE Collaborators），2017年）。³

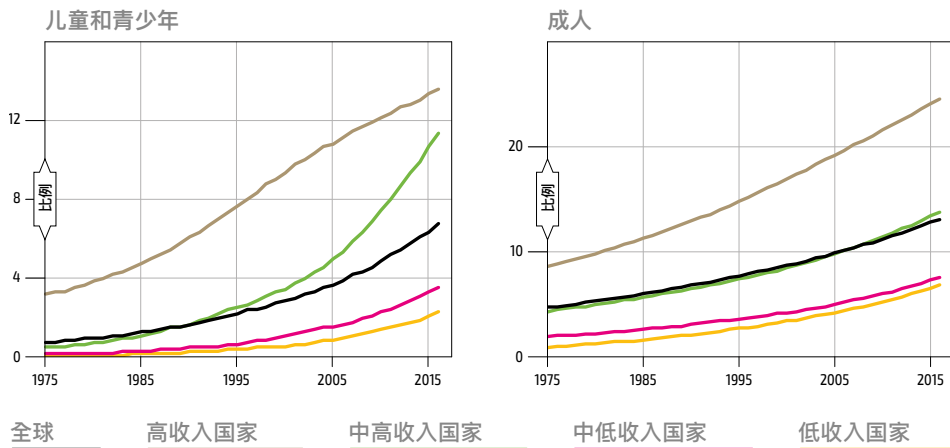
根深蒂固的贫穷、不平等现象和失业限制了粮食获取，妨碍实现粮食安全和营养资源目标。

与此同时，收入和资产获取的不平等分配，根深蒂固的极度贫困、数以亿计人口面临的谋生机会匮乏，都导致了粮食不安全状况的持续存在。尽管在过去数年，我们在消除饥饿方面已经取得了长足进展，全球依然有约8.21亿人口长期处于饥饿状态，有证明表明未来这些人口还将处于持续性营养不足的境地（图1.7）。20多亿人口患有各种微量营养素缺乏症。在此仅举两个相关例子：今时今日，依然有6亿多名育龄妇女患有往往因缺铁引起的贫血症；每年有几十万名儿童由于缺乏维生素A而失明。

² 本摘要版本中的图表编号保留了主出版物的图表编号，因使用图表数量有所减少，故为非连续编号。

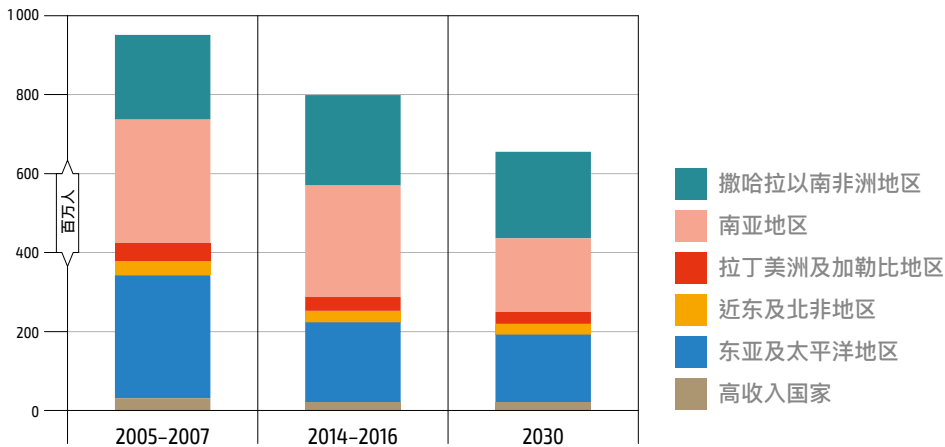
³ 请查阅完整报告（本文为摘要）以供参考。

图 1.6 各地区儿童与成人肥胖患病率



注：根据2018年WHO的规定将各地区按不同的收入阶层进行划分。儿童及青少年是指5-18岁之间的年龄组，成人是指18岁以上的年龄组。
 资料来源：WHO，2018年。《超重与肥胖》，为《WHO全球健康观测数据：超重和肥胖》[在线]部分章节。瑞士日内瓦。
www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight

图 1.7 2005-2030年间“一切照旧”情形下的营养不足



资料来源：FAO，2017a。《粮食和农业的未来——趋势和挑战》。罗马。2005-2007年以及2014-2016年间的的数据基于FAO、IFAD和WFP，2015a。《2015世界粮食不安全状况》。《实现2015年全球饥饿目标——评估不平衡的进展》。罗马，FAO；2030年数量基于FAO、IFAD和WFP，2015b。《实现零饥饿》。《投资在社会保护和农业中的关键作用》。罗马。

此外，除了人均收入的不平等之外，其他不平等现象的趋势也持续存在——包括：获得诸如土地和水资源的机会或石油和矿产等高价值资源产生的效益——不仅迫使人们生活在更加不公平的世界，而且还会引发混乱，并转而加剧极端贫困和粮食不安全。的确，过去十年中观察到的全球冲突数目的显著增加是粮食不安全和营养不良的主要驱动因素（FAO、IFAD、UNICEF、WFP和WHO，2017年），并且冲突对人类福祉造成的负面影响不再局限于特定区域。⁴

土地和水资源稀缺加剧及质量下降制约了农业生产的增长。

可生产产品品种及其是否能够满足日益增长和变化的需求将取决于资源的可用性和生产力，特别是土地和水资源。这些资源目前已经面临着巨大的压力（图1.11），尽管技术进步提高了生产率，但有证据表明，生产率的增长或至少作物产量的增长正在放缓。此外，粮食损失和浪费给食品价值链中的土地、水资源和能源使用带来了完全可以

避免的压力；解决这些问题将能够改善粮食系统的环境可持续性。

除非有充足的投资支持，否则粮食和农业系统的技术变革将无法促进生产率持续提高。

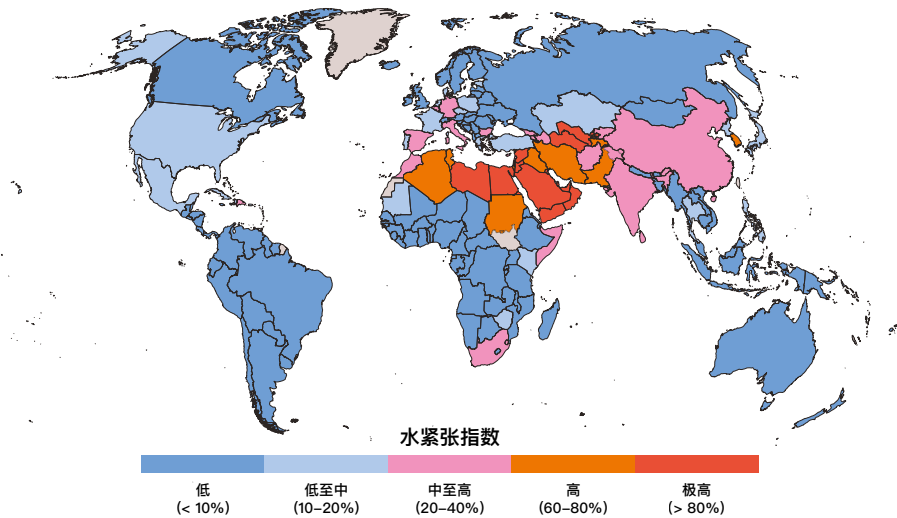
关键问题是，未来对农产品的需求是否符合更可持续资源利用这一迫切需要。为了以更可持续的方式满足日益增长的需求，需要给予粮食和农业系统更大力度的投资，包括研发投入，以鼓励迫切需要的技术变革。对于目前生产力落后且粮食最不安全的地区尤其如此，比如撒哈拉以南非洲地区。但投资项目的融资来源有限，我们需要明确工作重点，从而在社会、环境和经济方面实现生产力的可持续发展。

不断恶化的气候变化正日益影响着产量和农村生计，而粮食和农业系统以及整体经济仍在不断排放GHG。

以极端天气事件为代表的气候变化已在破坏作物产量、畜牧业和渔业，特别是在中低收入国家（LMIC），加剧了给自然资源带来的压力，改变了可生产产品品种和生产地点分配。自20世纪中叶以来，人类活动产生的GHG是已知气候变化最重要的驱动因素，这一问题难以得到解决，而由于粮食和农业系统是GHG排放的主要贡献者之一，使这一难题就更加棘手。因此，这些系统在缓解气候变化方面起

⁴ 确切地说，随着人口的流离失所和移民，这种影响已成为一个全球性问题，例如正在进行的叙利亚内战。冲突、暴力和自然灾害是导致移民和流离失所的根本原因之一。然而，由于社会经济因素，包括贫穷、粮食不安全、就业机会匮乏、获得社会保护的机会有限、自然资源枯竭以及环境退化和气候变化带来的不利影响，许多移民被迫迁移。

图 1.11 淡水抽取量占可再生资源总额的比例



注：若一个国家抽取的水量超过其可再生淡水资源的25%，则该国即被视为水资源紧张。当抽取水量超过60%时，这些国家接近物理性缺水，当抽取水量超过75%时，这些国家面临严重的物理性缺水。

资料来源：FAO全球全景研究。基于FAO AQUA 统计数据库（不同年份）。

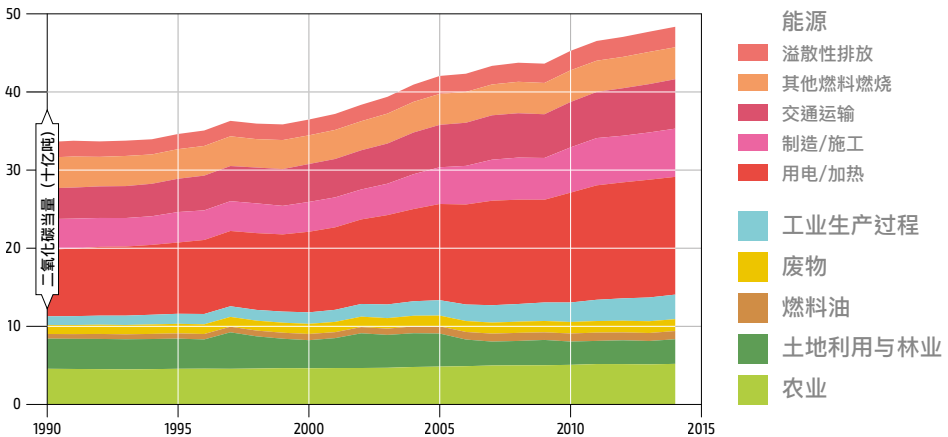
着重要作用。反之，希望减缓和适应措施所引发的农业生产变化也将在整个粮食系统中产生积极的反应。此外，到目前为止，整体经济范围内GHG排放量的减少还未实现（图1.15）。这意味着农业需要适应气候变化，而气候变化也需要得到缓解。

面对这些挑战时，理解实现可持续发展的可能途径，就必须根据各种情形进行长期的前瞻性工作。

毫无疑问，上文中讨论的全球粮食和农业系统所面临的挑战令人担

忧，并提出如果我们想要实现可持续性应如何面对这些挑战，或是如果我们背道而驰将面临怎样的风险等问题。挑战复杂多变。其中一些挑战因其取决于粮食和农业系统目前与未来的组织方式（例如，对土地、水和能源使用不断增加的压力），因而属于系统独有内在挑战，但是另一些挑战通过其他方面（例如：整体经济范围内的失业、冲突、气候变化、城市化和移民）影响整个粮食和农业系统，因而在本质上属于系统性挑战。由于这两种挑战相互交织，可能在中长期

图 1.15 1990–2014年间各行业年度温室气体排放量



注：燃料油是指国际航空和海运的排放物。其他燃料燃烧包括生物质燃烧源、固定源和移动源。溢散性排放是指煤炭开采过程中的天然气放空燃烧和排放。废物包括垃圾填埋场、废水处理、人类污水和其他废物的排放。

资料来源：WRI，2014年。《气候分析指标工具（CAIT）：WRI气候数据探索者》。华盛顿。

表现出增量效应和乘法效应，因此也会出现另外的复杂因素。总的来说，这些挑战给粮食和农业带来了不确定的未来。

因此我们提议进行一项长期的前瞻性工作，依据我们具备的（或缺失的）面对不同挑战的能力来了解全球粮食和农业系统在一系列不确定性中的演变发展。这项前瞻性工作的核心是对涉及不同挑战以及以不同程度得到处理的不同情形进行比较。通过比较，可以了解每种情形下的战略选择和干预措施对于粮食和农业系统的潜在影响。

在该项研究中，各情形并非预测或预见甚至不是独立的推测，而是未来某个时间点可能出现的合乎情理的且一致的未来前景路径，通常发生在某些非常遥远的时间点。路径的不同取决于决定社会经济和环境系统动态和性能的许多因素的演变和相互作用，例如：收入增长和分配、人口趋势和人口变化、技术、农业生态条件和自然资源（含GHG排放和气候变化）。这些因素可能因不同的政策和干预措施而发生演变。因此，研究重点不一定是为了获得最精确的未来粮食和农业变量估算值，而是为了绘制全面和一致的框架，突出强调某些相关决定会如何影响发展路径的演变。



在多数情况下，前瞻性分析提供了一个本质上建立在这些因素过去长期趋势上的设想，而这些因素决定了社会经济和环境系统的动态和性能。这一设想通常被视为“一切照旧”的情形并看作是一条“基线”，各不同情形均与之进行对比。过去的趋势已经捕捉到一系列偶然短期事件的影响，例如暂时的经济下滑、极端气候、价格飙升或下降、国际贸易危机、当地虫害和疾病激增或暂时的社会动荡和冲突等。长期的前瞻性分析自然不能预测这种偶然性短期事件的未来发生。尽管如此，该分析的整体方法的确有助于突出变化的“微弱信号”，这些变化是在当前情况下已经检测到的、可能在未来逐渐增加幅度或频率并可能导致重大变化，例如：消费者偏好、技术变化或自然资源使用的细微改变等。

本报告对这份前瞻性研究进行了阐述，FAO及其有关合作伙伴丰富的专业知识、技能和数据为这份报告的编制奠定了扎实的基础，从而有助于决策提供信息。

这份报告的研究方法与以往粮农组织基于单一情形提供农业估测的研究方法有所不同。

粮农组织最近发表的报告《粮食和农业的未来 - 趋势与挑战》(FAO, 2017a) 突出了某些关键性变量的近期趋势给粮食安全和营养资源带来的挑战，这份报告在该出版物的

基础上进一步探讨了有关粮食和农业未来关键驱动因素的三种不同情形，比如收入增长和分配、人口增长、农业技术进步和气候变化。

本报告对粮食和农业部门面临的挑战进行了定性和定量分析。定量分析依赖于广大经济系统和某些特定部门的模拟模型。针对各区域和全球层面的每个情形，基于模型的分析结果包括对各关键变量和指标的单独和比较性（各个情形）分析，比如：农业系统为整体经济创造的附加价值比例；某粮食和农产品系列的供求情况；长期价格趋势；粮食安全和营养资源表现；自然资源利用；各地区选定产品类别的净贸易状况；以及GHG排放量。⁵

对各种情形进行的分析得出了定量研究结果，并借助互补定性分析对其进行了进一步仔细回顾。这些互补定性分析的来源包括现有背景研究，有关粮食需求、自然资源利用和GHG排放等具体领域的相关文献，以及粮农组织和其他机构针对所有相关维度的粮食安全和营养资源所面临的挑战开展的研究工作。

⁵ 请在线查阅包括详细的商品余额和其他统计表格的补充资料，地址：
www.fao.org/3/CA1564EN/CA1564EN.pdf

这份报告由粮农组织全球前景研究组牵头撰写，在与外部机构建立伙伴关系的基础上，广泛依赖粮农组织内部的专业知识、技能和数据。确切地说，粮农组织和其他国际机构的诸多同仁所开展的各项前瞻性工作为本报告奠定了牢固的基础，举例包括国际农业发展基金（以下简称IFAD）、经济合作与发展组织（以下简称OECD）、国际粮食政策研究所（以下简称IFPRI）、欧洲联盟。除此之外，报告还借助了国际社会为支持政府间气候变化专门委员会（以下简称IPCC）应对气候变化问题开展的工作中生成的宝贵知识和经验。⁶本报告构成了粮农组织为决策制定过程提供循证支持的一个关键部分，因此应将其视为一项对粮食和农业部门各种前景的全面评估。尽管不可能包罗万象、面面俱到，报告绝对不仅是单纯的建模预测，它旨在帮助促进国际社会在科学政策界面开展前瞻性工作。

就此而言，报告在填补未来粮食和农业知识匮乏方面发挥了举足轻重的作用，这是首份提供全球一致性视角的前瞻性报告，该报告基于调查粮食安全与营养资源挑战的多种情形，同时又考虑到未来宏观经济背景以及可能的气候变化路径。报告以一丝不苟又简单明了的语言提供了坚实的证据，为实现联合国可持续发展目标（SDG）可能做出的战略性选择和方向提供了信息，即消除饥饿、改善营养状况及确保农业部门的可持续发展。因此，该报告为实现“一个食物营养丰富、人人都能获得、自然资源以维持生态系统功能的方式进行管理，从而为当前和未来人类的需求提供支持的世界”（FAO，2014年）的可能性提供了更为有力的依据。希望本出版物对所有致力于全球粮食和农业系统长期远景评估的人士有所帮助，包括政府决策制定者和分析人员、国际组织、民间社会团体、私营部门和学术界及研究机构。

⁶ 报告全文附件一对一些重要的前瞻性工作进行了比较评论，这份报告在不同程度上受到了这些工作的启发。



2. 不同情形下可能展现的未来

未来自然有其不确定性，前瞻性研究通常包括对选定的不同情形进行分析，这些情形代表了不确定范围内的不同未来。这些情形以不同的方式产生，举例包括：通过突出历史趋势、假定当前挑战以不同程度得到解决并同时添加专家判断以形成合理的报告、或经由强调和放大当前形势中已经发现的一个或多个变化的“微弱信号”。

设计不同情形时，尽管对相关情形的合理性达成共识可能是需要考虑的一个重要因素，但必须考虑的一个更严重的问题是这些情形之间的一致性。也就是说，必须根据现有的循证知识谨慎设计因果关系，必须适当考虑某一情形不同要素之间的相互依存关系。

基于上述原则，为处于本报告核心的前瞻性工作设计了三种情形，各情形以2012年为基准年来划定每个不同的未来，直至2050年。⁷

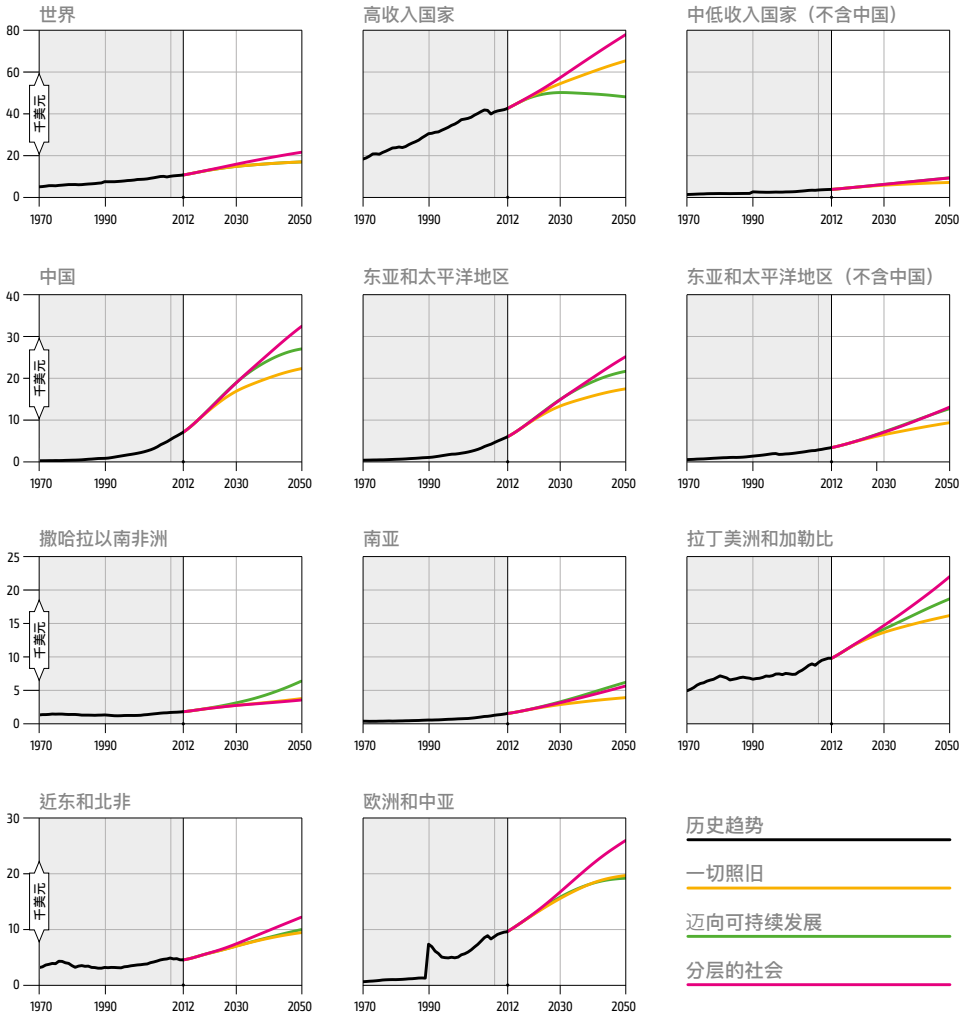
⁷ 使用建模框架开发了这三个情形。采用两个经济模型为这些情形提供相关的预测：即局部均衡模型——粮农组织全球农业前景系统（以下简称GAPS）——及环境影响与可持续性应用常规均衡（以下简称ENVISAGE）模型。之所以使用这两个模型是因为它们分别产出另一个模型不产出而又需要的信息。两个模型相辅相成，通过确保维持一定的实体和经济平衡及理论要求，为建立模拟情形提供了一致的整体框架。

第一种情形是“一切照旧”（以下简称BAU），通常为延续过去的趋势和政策方向。这一情形旨在描述如果不应对粮食和农业系统面临的诸多尚未解决的挑战，则我们的世界可能会是什么样子。在BAU情形下，全球经济以适当的速度增长，各地区之间差距巨大（见图3.3中的黄线）。此外，社会内部在收入、谋生机会及基本产品和服务获得方面存在着严重的不平等现象。HIC的消费者仍然偏好动物产品等资源密集型食品。在LMIC，相对有限的收入增长并没有促进向健康饮食过渡，尽管与HIC的卡路里摄入水平有所趋同。

对提高粮食和农业系统及能源等其他经济部门的可持续性给与的投资有限，这就是为什么GHG排放量持续上升，气候变化仅得到部分缓解的原因所在。

第二种情形称为“迈向可持续发展”（以下简称TSS），旨在帮助理解为实现更可持续的粮食和农业体系需要开展哪些积极的变革。在这种情形下，全球经济如BAU情形一样以适当的速度增长，但收入、谋生机会及基本产品和服务获得在各国和社会各阶层之间得到了更公平的分配，主要是因为尽早开始实施积极性政策，并改善治理，加强国家和国际机构之间更公平的分配（见图3.3中的绿线）。在HIC，由于消费者提高了对可持续发

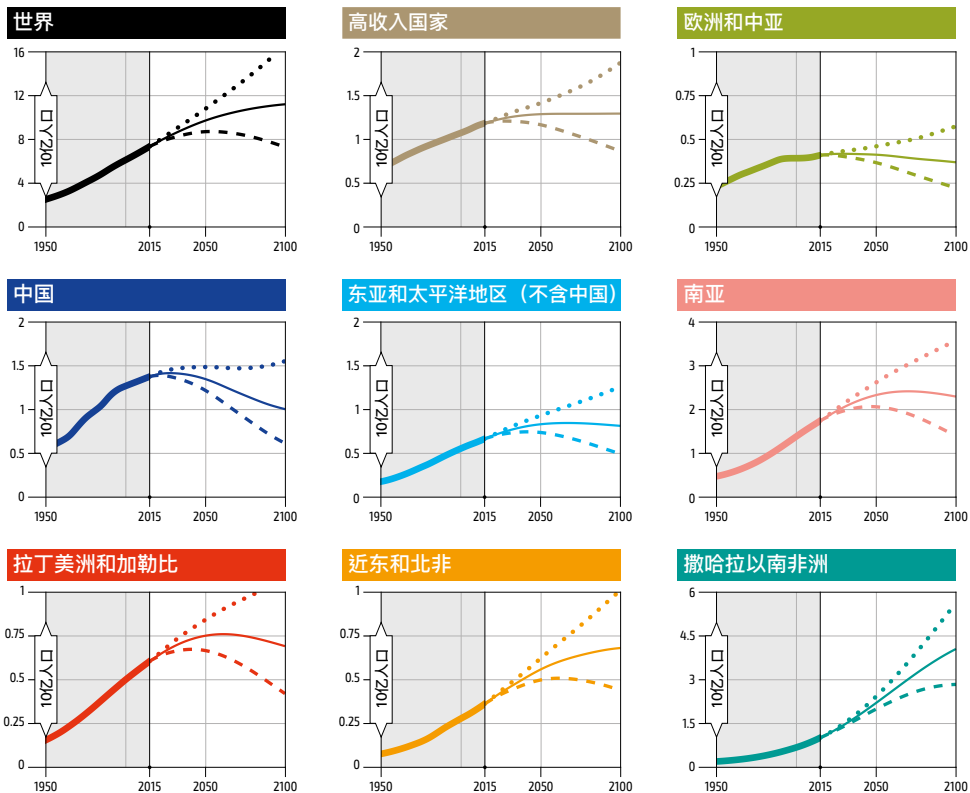
图 3.3 人均国内生产总值和世界生产总值: 历史趋势和未来预测 (2012年汇率)



注: 国家分组依据2016年7月世界银行的国家分组(完整报告于2016年8月2日下载自<http://databank.worldbank.org/data/download/site-content/CLASS.xls>, 分组信息取自其附录III表A3.4)。高收入国家(HIC)被分为一组, 未考虑其地理位置。所有其他符合中低收入国家(LMIC)分类要求的国家按地理区域分类, 尤其是欧洲和中亚(ECA)、东亚和太平洋(EAP)、南亚(SAS)、拉丁美洲和加勒比(LAC)、近东和北非(NNA)以及撒哈拉以南非洲(SSA)。如无另行说明, LMIC和EAP包括中国(仅含中国大陆)。下文中各国家分组和中国统称为“各地区”。

资料来源: FAO全球前景研究, 1990-2013年数据基于联合国国民经济核算体系(UN, 2016年); 2013-2050年间数据基于共享社会经济路径(SSP)数据库1.1版OECD对国内生产总值的估测(SSP数据库, 2016年)。

图 1.2 全球各地区人口数量：历史趋势和未來预测（1950–2100年）

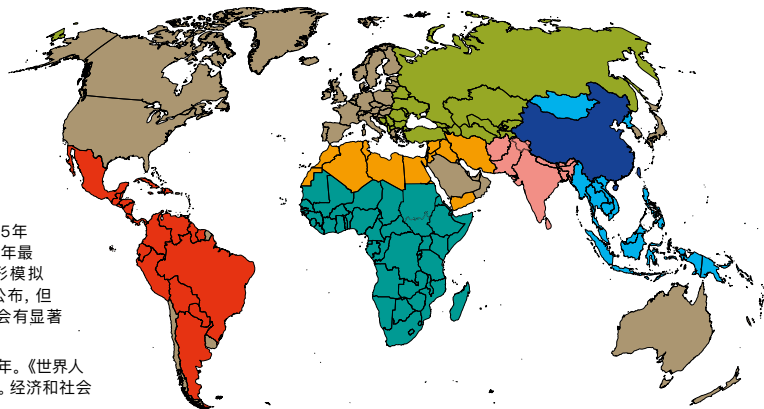


历史趋势

- 高增长率
- 中等增长率
- 低增长率

注：本报告使用的是2015年人口修订版，而不是2017年最新版本，因为在进行情形模拟时，2017年版本尚未被公布，但情形分析的预计结果不会有显著差异。

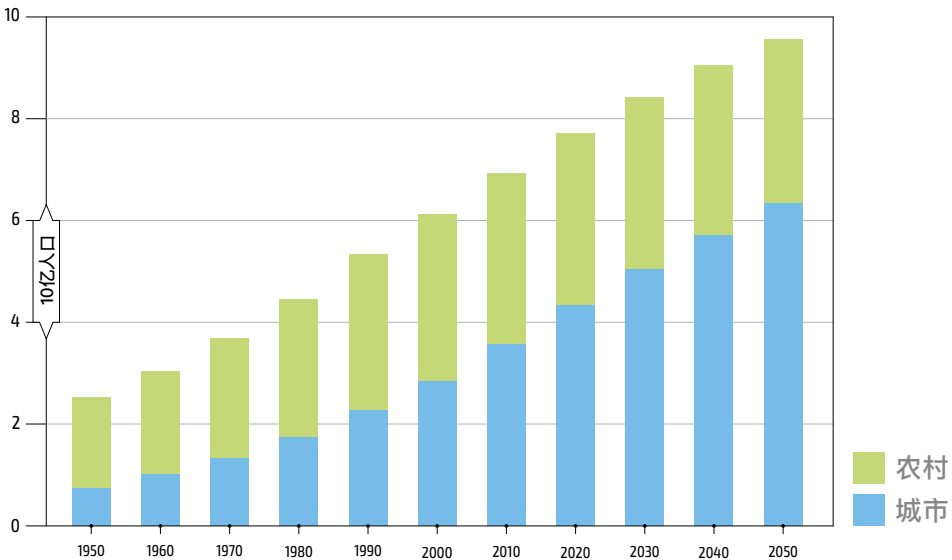
资料来源：联合国。2015年。《世界人口展望：2015年修订版》。经济和社会事务部人口司。美国纽约。



展问题的认识，饮食转向更多的水果和蔬菜，动物产品摄入量下降；而在LMIC，其收入增长倾向于比BAU情形下更均衡的饮食。消费者不仅采纳了更可持续的饮食，而且还采取行动减少浪费。在提高粮食和农业系统及其他经济部门的环境可持续性方面做出了重大投资，提高了自然资源利用效率，并降低了收获后的损失。与BAU情形相比，GHG排放量逐步下降，帮助加强缓解气候变化。

第三种情形称为“分层的社会”（以下简称SSS），因为它所描绘的未来中，各国及社会各阶层之间的收入不平等现象、谋生机会及基本产品和服务获得情况日趋恶化。在这一悲观的情形下，与前两种情形相比，全球经济增长速度更快。但某些区域，特别是撒哈拉以南非洲地区，却无法从快速增长中获益（见图3.3中的红线）。收入、谋生机会及基本产品和服务获得越来越有利于少数精英，抛弃了社

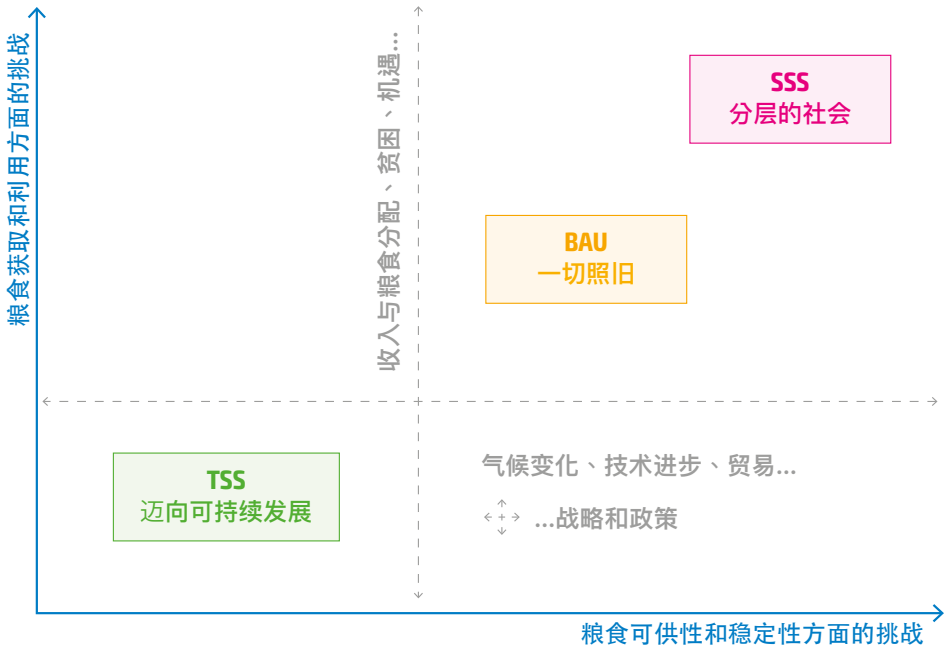
图 1.3 全球城市和农村人口：历史趋势与未来估测



注：2015年后的估测数字指的是中等增长率情形。

资料来源：联合国。2015年。《世界人口展望：2015年修订版》。经济和社会事务部人口司。美国纽约。

图 2.3 粮食和农业系统面临的挑战及重要的情形驱动因素



资料来源：FAO全球前景研究。

会中大批被边缘化的人士。世界各地的食品消费都趋向更多的动物产品，而食品浪费——特别是在HIC——则不断恶化。在提高粮食和农业系统或其他经济部门的可持续性方面投资有限或根本不投资，特别是在低收入国家。结果，自然资源的枯竭和低效利用增加，食品价值链各个环节损失有所加剧。GHG排放量也有所上升，导致气候变化恶化，给人类活动和环境造成严重的影响。

人口趋势对基于情形的前瞻性分析结果有很大影响。报告中使用的人口数字估测截止至2050年，届时世界人口将达近100亿人，但各区域之间的增长型态存在着显著差异（见图1.2）。这些估测也显示出居住在城市地区的人口比例日益上升（见图1.3）。

老年人和年轻人的不同膳食需求以及城乡居民各异的饮食模式将影响到对各种食品的需求及其质量，而最

低膳食能量需求亦与工作类别和生活环境密不可分。因此，人口动态将决定未来的粮食需求以及劳动力供应。

在示范三种情形时采用了相同的人口估测数字，从而能够进行情形交叉比较，并突出经济增长、平等和自然资源可获得性之间的相互作用。尽管如此，考虑到界定每个情形的所有其他关键因素之间的差异，包括上述趋势和战略性社会经济和环境的发展方向，这三种情形在粮食可供量、获取稳定性及其利用、实现营养指标、粮食和农业系统的总体可持续性方面显示了不同程度的挑战。

每个情形显示了不同程度的粮食安全和营养资源挑战，因为假设了政府、国际社会、民间团体、社团协会、消费者和生产者都会做出战略性决策并采纳政策及/或采取行动，从而提高或降低这些挑战的严重程度。比如，在TSS情形下，粮食安全、营养和总体可持续农业系统面临的挑战与其他两种情形相比没有那么严峻，因为遵循了具体的战略方向，并采取了相应的政策措施来应对这些挑战（见图2.3）。

因此，这三种情形有助于论述关于粮食和农业系统未来的总体关注：即全球粮食和农业系统在2050年是否能够以可持续的方式为越来越渴望资源密集型食品的近100亿人口提供营养丰富的膳食，同时又能满足对非粮食农产品的额外需求。

这一总体关注给我们提出了更多的问题，即：可以采取什么措施来满足粮食需求和改变人们的膳食偏好？社会如何能够以可持续的方式来解决土地和水资源局限和质量问题，特别是在那些资源已日益紧张的地区？贫困、不平等和失业是否会继续限制粮食的获取，妨碍粮食安全和营养资源目标的实现？气候变化将如何影响农业部门和农村生计？以及农业部门能否减少其排放的GHG？

对前瞻性研究结果进行的分析进一步揭示了这些问题，为相关参与者和机构在制定决策时提供了战略性选择。



3. 满足粮食需求和改变人们的膳食偏好

可以采取什么措施来满足粮食需求及改变人们的膳食偏好？

重要信息

- 1. 通过提高意识并实施适当规定来管理消费需求，可以帮助限制农业部门的扩展。**预期粮食和非粮食农业生产会随着人口和收入的增长而增加。但通过如提高消费者对环境可持续膳食的认识、监管和阻止食物浪费、更有效的食品定价和限制生物燃料使用等举措，均可以大大限制农业部门的扩展。
- 2. 通过提高消费者意识和教育进行需求管理同样对减少营养不良的“三重负担”必不可少。**消费者对食物营养知识以及与膳食相关疾病的意识与教育都对于减少营养不良的“三重负担”（包括营养不足、微量营养素缺乏、超重和肥胖，常在同一个国家甚至社区内共存）以及实现全面健康的饮食至关重要。
- 3. 食品价格应该“适当”。**价格应当反映食品固有的营养价值和整个食品价值链中与生产和消费相关的各项成本，包括通常被忽略的环境成本，如生物多样性丧失、土地退化、用水枯竭、GHG排放等。这样可以帮助遏制对粮食需求的增长及减少损失和浪费，同时有助于保护自然资源并改善营养资源。⁸然而，食品价格上涨可能会给贫困人口的食品购买力带来影响，因此需要有针对性 and 有效的战略性导向来提高他们的购买力。⁹
- 4. 需要平衡高收入国家的膳食结构。**在向可持续粮食系统迈进的同时，如果高收入国家降低对动物产品的摄入量，并大幅度减少食物浪费和损失，那么对生产扩张的限制及粮食价格上涨都将不会严重影响全球粮食供应，包括在中低收入国家。提高消费者对这一问题的认识可能是关键所在。均衡的饮食对于减少所有类型的营养不良至关重要，包括营养不足，但也包括超重和肥胖，这些问题常常导致非传染性疾病。

⁸ 有史以来，经济学家一直把无偿的环境成本视为“环境外部性”，导致整个经济结果次优化。在外部性存在的情况下取得最佳结果意味着要确保行为者正视其行为引发的适当价格 (Varian, 1992年)。

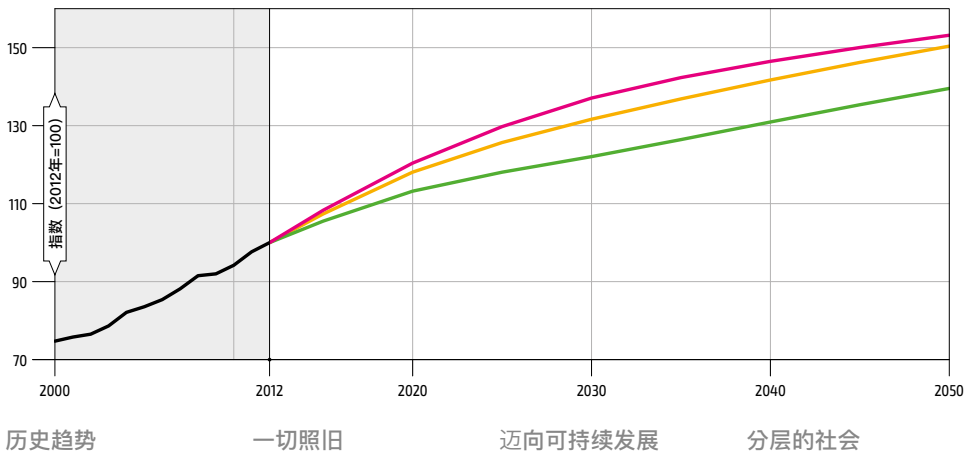
⁹ 下一节将讨论对提高贫困人口购买力的合理关注和可能采取的战略。

5. 有必要通过国际贸易更好地利用生产潜力及弥补粮食短缺。在人口预计将大幅增长的国家，可持续地提高供应对确保充足的粮食供给是至关重要的。在自然资源约束存在问题时，可能需要依赖进口来弥补国内的粮食短缺，使贸易发挥重要的作用。然而，需要强有力的全球和国家机构来协调各国的努力，以防止采纳更严格环境和社会法规的国家面临不公平的竞争。

尽管报告分析的各种情形对人口模式做出了相同的假设，但为满足其所需的农业需求和相应的农业产出扩展却显示了明显不同的动态趋势。在BAU和SSS情形下，预计全球农业总产值在基准年至2050年期间将分别增长50%和54%，TSS情形下的预计增长仅为40%（见图4.2）。

与其他情形相比，SSS情形对食品的需求更高，这在很大程度上解释了农业产量的增加。与其他情形相比，人均收入的大幅度增加推动了SSS情形下对食品的需求，这一现象出现在几乎所有地区（除SSA外）；与此同时，消费者对资源密集型食品的持续偏好以及有增无减的食品损耗和浪费现象也加剧了这一需求，特别是在HIC。

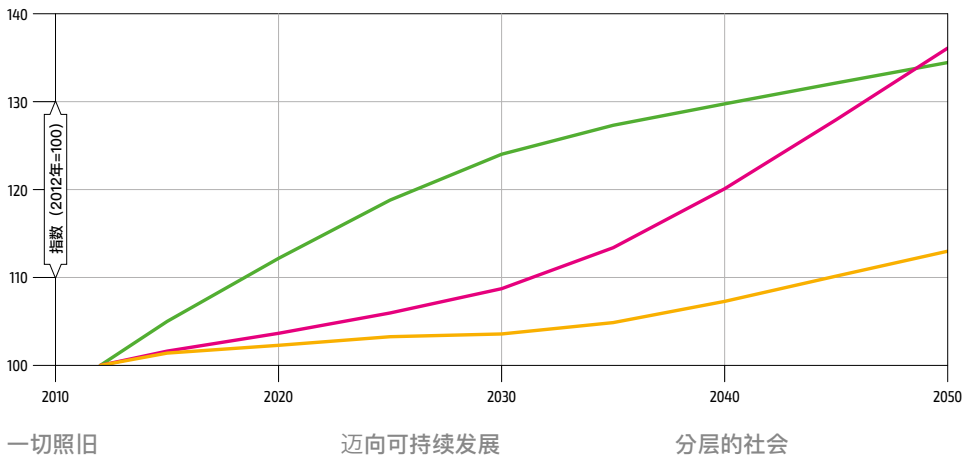
图 4.2 基准年农业总产值价格



注：农业总产值是以所有初级农产品的总和（根据完整报告附件III表A3.3的界定）乘以相应的基准年价格计算得出的。请注意，这不包括天然橡胶，但包括饲料和动物产品。另一方面，已将鱼类排除以保持该指标与以前的FAO研究的可比性。具体地区的详情情况见完整报告附件III表A3.4。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。

图 4.3 估测农业生产者价格指数



注：该指数通过一系列农产品当前年份价格数值除以同一系列农产品在基准年份（2012年）的价格数值计算得出（Paasche农业生产者价格指数）。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。

而TSS情形则更可持续，因为粮食系统的一系列变化有助于减轻农业部门的压力，包括：

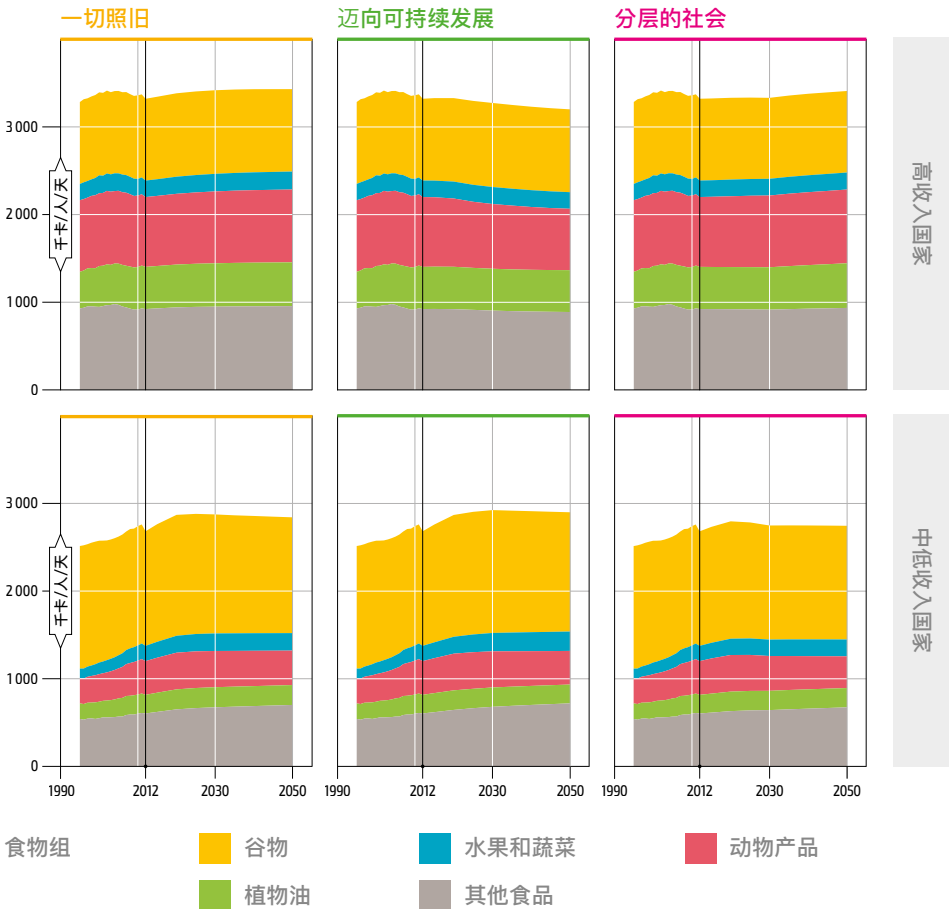
- 由于更有限的与环境制约相关的供应，引起农产品价格早期大幅上涨（见图4.3），导致对农产品的需求下降；
- 改变消费者偏好，特别是在HIC，导致人均动物产品消费量下降（见图4.5）；
- 减少各级食物链的食品损失和浪费；
- 减少对非粮食农业需求的压力，包括动物饲料。

值得强调的是，在TSS情形下，尽管农业产量有所下降，但却能够确保令人满意的粮食供应，特别是LMIC，每人平均享有的食物量高于其他情形（见图4.5）。这种情况的出现是因为许多国家的人均收入正在增长，其中一些国家也选择更均衡的膳食，即选用较少的动物产品和如水果蔬菜这种更有营养的食物——在迈向可持续性的路径上，这种选择尤其可能意味着减少肥胖、超重和相关的非传染性疾病。尽管与其他两个情形相比，在这一更可持续的路径下，农业总产值的扩展相对而言有限，但仍然几乎能够满足国内需求，意味着农产品贸易占

生产和消费的比例仍然有限。然而，在某些情况下，LMIC地区的自给率低于BAU和SSS情形，并且粮食和农业的国内短缺通过国际贸易获得了补偿。如近东和非洲北部（以下简称NNA）

和南亚（以下简称SAS）的谷物、SAS和撒哈拉以南非洲地区（以下简称SSA）的水果和蔬菜、或NNA和东亚及太平洋地区（以下简称为EAP）（不含中国）的油籽，而其他地区的

图 4.5 每日能源摄入量，按来源和情形分类



注：2012年之前的数据是指每日的能源供应量，之后的数据是指每日的能源摄入量。完整报告附件III表A3.5对食物群有详细说明。
资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。



自给率则截然相反。某些国家可以通过进口来填补粮食短缺现象，从而更均衡地利用自然资源，帮助满足食品需求。有关TSS情形的这些研究结果表明，有可能限制农业扩张，从而将农业部门引向可持续发展，并同时增加粮食供应，特别是在LMIC。然而，取得这些成果意味着必须实施一系列协同的战略方针，其中包括：

- 提高消费者对健康饮食和食品浪费的意识，特别是在HIC；
- “适当”定价，即确保价格反映与粮食和农产品生产和消费相关的所有成本，包括环境成本，并向资源使用者收取环境成本；
- 通过改善牲畜管理和避免过度摄入肉类来减低对饲料的需求；
- 通过实施其他形式的可再生能源来减少对生物燃料的压力；
- 保障农业部门特别是LMIC农业部门的发展潜力，同时促进部分食品的国际贸易，以填补国内粮食短缺。



危地马拉

奇奇卡斯特南戈果蔬市场

©FAO/Daniela Verona

4. 以可持续方式来解决土地和水资源短缺和质量下降问题

如何以可持续方式来解决土地和水资源稀缺和质量下降问题？

重要信息¹⁰

- 1. 可持续的农业集约化是节约土地的关键所在。**由于农业生产和不可持续耕作方法的增加，对土地的需求可能会超出现有的非常适宜且不受保护的旱作作物土地储备，这一情况在某些区域已成既定现实，如近东和非洲北部或东亚和太平洋某些国家。这可能会导致由于使用低质量的土地和/或建设额外的基础设施而造成环境问题或额外的生产成本。本报告结果显示，农业部门的可持续集约化可能会遏制土地需求量上升，同时亦能够保持土壤质量。
- 2. 避免进一步土地退化及鼓励土地复垦有助于解决土地局限性问题。**尽管有关土地退化的信息有限，但它们显示出需要加大投入力度，防止现行农业耕作方法所导致的生产力丧失。需要努力复垦退化土地，并采纳遏制退化的实践方法，才能维持资源基础和减少投入使用。
- 3. 更有效地利用水资源已经迫在眉睫。**许多国家正在以不可持续的速度利用水资源，从而危及未来生产的潜力。气候变化和人口增长可能会加剧水资源短缺。在这些情况下，提高用水效率已经迫在眉睫。
- 4. 权衡农业产量和可持续性。**采纳可持续的农业耕作方法可能需要放弃一部分增产，特别是在过度使用水资源、土壤肥力枯竭、生物多样性丧失和GHG排放量增加的情况下。然而，由于自然资源恢复和农民专业技术提高，从长远来看，产量可能会再度增长。

¹⁰ 粮农组织及其合作伙伴在调查和促进可持续农业实践方面开展的工作可见于多份参考文献，正如相关文件所述，例如：《建立可持续粮食和农业的共同愿景》。《原则与方法》（FAO，2014年）《可持续土壤管理自愿准则》（FAO，2017e）；《节约与增长：小农作物生产可持续集约化决策者指南》（FAO，2011c）及相关后续出版物；《国家粮食安全范围内土地、渔业及森林权属负责任治理自愿准则》（粮农组织，2012）；《粮农组织在可持续粮食和农业方面的战略工作》（FAO，2017f）。



5. 所有以上措施都不可能不付出代价：我们需要大量的投资。需要对可持续技术和实践的研发以及基础设施和人力资本给予大幅度投资，才能确保充足的土地和水资源，从而满足农业总需求。

关于粮食和农业系统未来的第二个问题是，是否可以在现有自然资源的范围内实现旨在确保充足粮食供应所需要的农业总产出扩展，特别是土地和水资源。有关在各国和各种情况下扩展耕地的经济成本信息有限。但众所周知，扩展可耕地，特别是在非常适宜的农业用地有限的地区，可能会给环境带来影响，危害生态系统、保护区、森林和生物多样性。除此之外，在许多情况下，在较低适宜性的土地上扩展农业从技术角度来说可行的，但这么做可能就意味着低产量、额外投入和/或提高基础设施投资，从而增加了生产成本。有关额外土地需求这一问题，本报告中分析的三种情形得出了截然不同的结果。

在BAU和SSS情形下，2050年的土地需求量分别从基准年2012年的15.67亿公顷增长到17.32亿公顷和18.92亿公顷，即分别增长了11%和21%（见图4.13）。

在BAU和SSS情形下，土地需求增长可以归结于上述农业生产增长以及作物集约化有限或不足（即同一地块某一时期作物的平均收获次数）。这尤其适用于SSA和NNA（图4.16）。

这些原因都意味着一定时期内在提高土地产出率方面做出的努力仅达到最低限度或完全无效。尤其是在SSA，三种情形都显示生产力仍远低于其他地区，这是因为SSA的历史水平非常低，任何估测作物产量的增长率都不足以将诸如谷物或水果和蔬菜的生产力提高到其他地区的范围内。的确，在BAU和SSS情形下，作物集约化分别只占新增农业产量的16%和10%，而农业扩张主要源于产量和可耕地面积增加，特别是在SSS情形下。在土地较为紧张且集约化不受生长期限制的地区（如某些地中海和EAP地区），产量增长和集约化在扩大农业生产中起到的作用要大于耕地面积增加。

然而TSS情形的结果则恰恰相反，与2012年相比几乎不需要额外的可耕地，就可以通过作物集约化和适度增产来实现农业增长。

需要指出的是，实现可持续的农业集约化意味着在平衡人类日益增长的需求与加强景观和生物圈复原力和可持续性之间必须发生实质性的转变（Rockström等人，2017年），意味着需要对生产体系技术进行大胆改革，从而提高生态效益。例如：需要

制订长期战略、政策和计划来推动如下所示的措施：

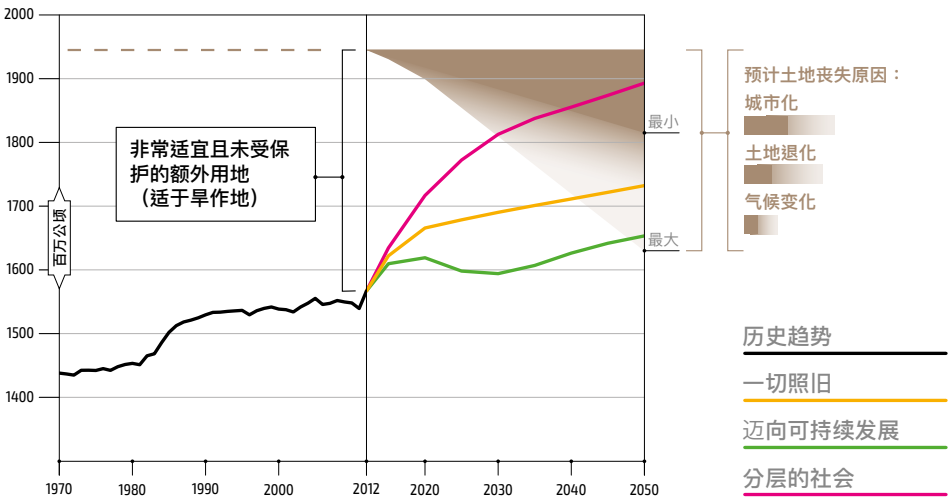
- 改善稻作养鱼和其他作物-畜牧系统等综合养殖系统的资源互连互动，并加强营养流动性；
- 更高品质的饲料和平衡动物饮食；
- 低投入/精细农业；
- 创新的水土保持，生物多样性保护技术，强化生产技术（如农林业、有机农业、农业生态学）和病虫害综合治理等；

- 利用信息和通信技术加速创新推广和利用。

尽管如此，目前生产模式的改变意味着随之而来的成本，同时伴随着两个尤为重要的影响。首先，由于采用更为环保的技术，因此将不得不放弃某些生产力提高，特别是在中短期（见图4.11）。

其次，这种实质性的转变需要在为可持续农业和粮食生产产生有效且稳健

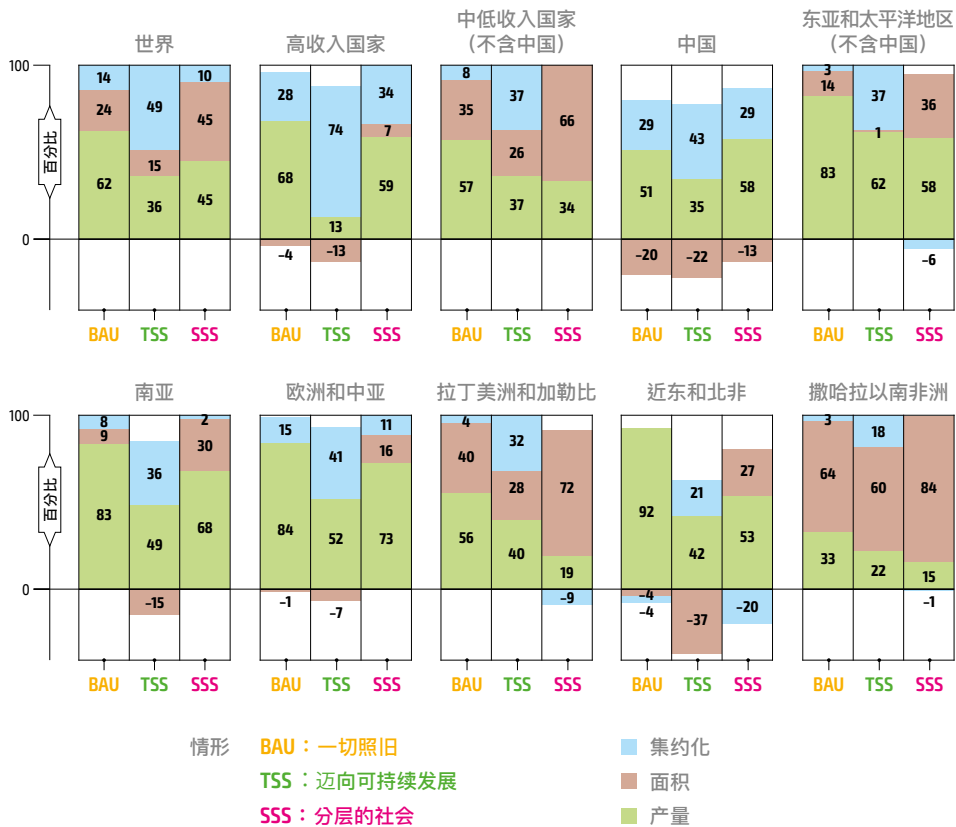
图 4.13 各种情形下的全球可耕地需求，以及因城市化、土地退化和气候变化而损失的农田面积估计值



注：“非常适宜且未受保护的额外用地”是指基准年可用面积，而非最适宜于旱作作物土地等级当前所使用面积，由FAO-IIASA GAEZ v4（详见方框7和第3.10节）提供。将这一数据加总至2012年使用中的可耕地（灌溉用地和旱地）中，可以估算出在2012年灌溉条件下，最大可能可用的非常适宜且未受保护的农业用地（虚线）。超过这一限额的农田扩张需要逐步增加投资。颜色逐渐变浅的楔形物表示潜在土地损失的范围（最小值-深棕色，最大值-浅棕色）。由城市化造成的土地损失（每年160万至330万公顷）和退化（每年100万至290万公顷）面积基于Lambin和Myfroidt（2011年）的研究数据。由气候变化造成的土地损失（每年50万至140万公顷）参考RCP情形——4.5（最小值）和8.5（最大值）——并且基于FAO-IIASA GAEZ v4。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果和FAO统计数据库（不同年份）。

图 4.16 2050年各种情形下各地区作物生产的增长来源



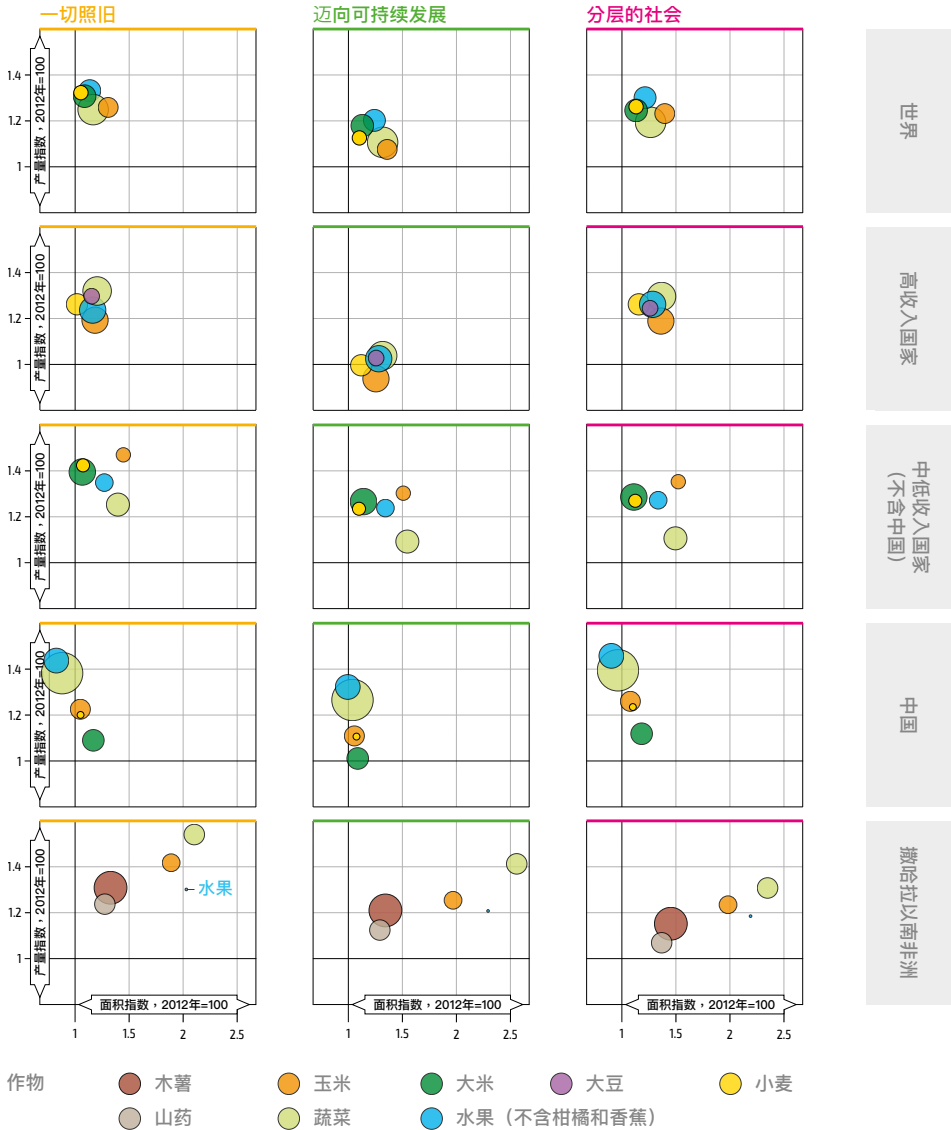
注：通过将产量、耕地面积和集约化这三个组成部分其中一个当时发生的变化与作物生产总变化进行关联，同时保持另外两个组成部分不变，计算得出每个组成部分给作物生产变化造成的影响值。这三个影响值的总和并不完全等于作物生产总变化，因此将剩余值按比例分配给各个组成部分造成的影响值，从而得出完全一致的结果。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。

结果的研发、基础设施的建设、自然资源修复、人力资本、专业知识和宣传方面进行大量投资。这样，所有粮食和农业系统的从业人员都将获得必要的技术诀窍和机构构建技能，从而订立并执行规章制度，粮农组织旨在调查和促进可

持续农业实践的所有出版物均对此有广泛记载。这些投资需要通过常规税收制度征缴额外的公共资金。除此之外，在向可持续农业和粮食系统过渡的同时，还需要私营企业投资来取代过时的资本。正如上述TSS情形所强调的，因为

图 4.11 2012–2050年间各地区五大作物产量和收获面积变化



注：数据显示了与基准年相比，2012年各地区五大作物的面积（横轴）和产量（纵轴）变化。作物依据其生产价值进行排名，该生产价值是按基准年实际产量乘以基准年价格（以美元计）计算得出。圆圈大小与基准年生产价值份额成正比。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。



需要收回这些额外的投资，因此可能会给粮食和农产品价格造成上涨压力，至少在转型初始阶段。

食品定价过低可能会进一步加剧自然资源过度使用、过度消费和食品浪费，特别是在富裕阶层，给可持续粮食和农业系统的进展速度带来不利影响。然而另一方面，需要慎重考虑价格上涨可能会妨碍贫困阶层获得充足和优质食品这一合理关切，特别是那些已经面临饥饿和严重营养不良的人口。之所以做出这一论证，不仅是因为贫困是导致低收入国家环境恶化加剧的原因之一，而且如果不能实现

平等也就无可持续性而言。虽然充沛的社会保护机制可以为极端贫困人口提供即时救济，克服流动性约束，并能够立即采购粮食，但必须加强诸如联合国“贫困与环境行动”¹¹ 和推动小农农业创新项目等计划，因为它们不仅能够帮助扶贫，同时也有助于保护生态系统和促进环境可持续的经济增长。¹²

¹¹ 参见网站：www.unpei.org

¹² 例如，粮农组织项目“粮食生产、创收和防治沙漠化的农民创新及新技术方案”（参见：www.fao.org/in-action/promoting-farmer-innovation-and-ffs-in-kenya/en）。

5. 致力于解决贫困和不平等从而实现粮食安全和营养资源目标

贫困、不平等和失业是否将继续限制粮食获取、妨碍实现粮食安全和营养资源目标？

重要信息

- 1. 消除营养不足必须要减少贫困和不平等现象。**报告调查结果显示，“一切照旧”不可能消除营养不足，必须采取更多的措施。通过制订多种多样的战略方案，包括确保更公平的贫困人口资产准入的方案（着重于贫困的家庭农场主），来实现更平等的收入分配等各项大胆举措，这是确保过去几年已大幅度降低的营养不足将在未来保持不变态势的最有效选择。
- 2. 环境可持续性和粮食安全可以齐头并进。**尽管推动粮食和农业系统走向可持续发展会提高食品价格及限制全球农业产量，如果在各国内部和各国之间实现更公平的收入分配，则中低收入国家的人均粮食可供量将大幅度增加。
- 3. 更公平的收入分配可以改善并提供更健康的饮食。**如果各国内部和各国之间的收入分配更平等，特别是在中低收入国家，则可能会提高健康食品（如水果和蔬菜）的摄入。与此同时，谷物在所有地区仍将是最重要的热量来源。
- 4. 走向可持续发展可能会有助于提高农场盈利能力和/或农村就业机会。**可持续农业实践可以提高农业部门农产品收益率和/或劳动机会。这将有助于实现更公平的收入分配，从而反过来对于改善粮食安全和营养资源至关重要。
- 5. 农业部门发挥着举足轻重的作用，但仅靠农业部门本身远远不足以保证公平地获取食物。**尽管农业部门在中低收入国家的就业和创收方面依然发挥着重要作用，但农业部门本身已无法继续提供足够的就业或创收机会。一方面，农业，尤其是家庭农业，必须同更广泛的农村和城市经济紧密结合。这可以通过发展涉农工业和建立连接农村地区，小型城镇的基础设施来实现。另一方面，需要通过有强有力机构支持的行之有效的财政制度来确保在整个经济系统内的创收机会、有效社会保护、竞争性和公平的国内外投入和产出市场。



关于粮食和农业系统未来的第三个问题是，这些系统是否会变得更加公平，从而进一步确保获得充足和营养丰富的食品，抑或在朝相反的方向发展。考虑到农产品价格的预期上涨，这个问题愈加引人注目，特别是如果其他条件等同，TSS情形下的食品获取工作将更为艰巨。在这种情况下，必然产生的问题是在经济、环境和社会可持续性之间是否需要取舍，即改善粮食系统生态性能的努力是否意味着需要放弃其他期望的目标，譬如实现全球和永久性的粮食安全和营养资源改善。

众所周知，如果不减少在收入、资源获得和机会获得方面的不平等现象，消除饥饿和极端贫困仅是纸上谈兵（世界银行，2016）。本报告对各种情形进行分析后，阐述了未来大幅度降低营养不足及改善营养所必须满足的条件，以及在哪些情况下两者都会恶化。纵观多种情形，突显出粮食和农业部门通过下述方式改善食品获取的重要性：比如通过公平获取土地和水资源、提供信贷设施、改善信息、增加专有技术、创造就业机会、合理的薪酬、以及为乡村人口提供多元化的创收机会。

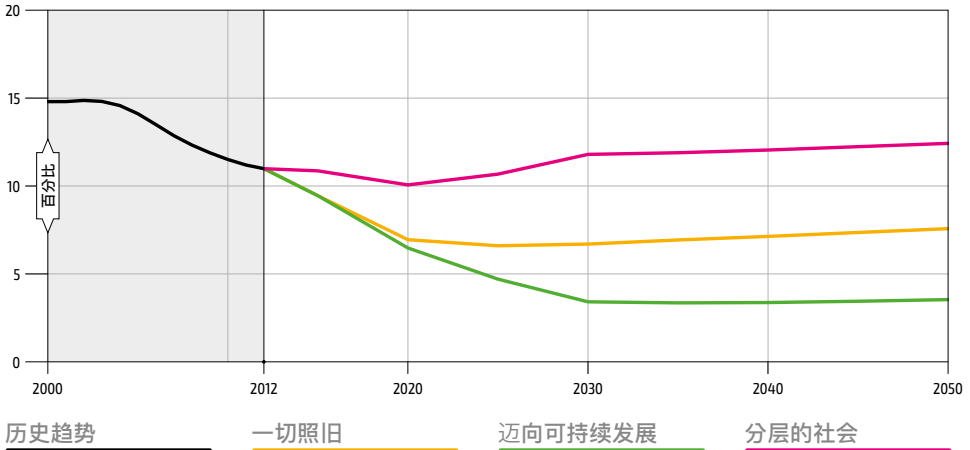
在BAU情形下，与2012年的全球营养不足人口比例11%相比，这个数字在2030年仍然将接近7%（见图4.8）。这一结果证实了《实现零饥饿》报告（FAO、IFAD和WFP，2015b）中已经描述的趋势。如果一切依然照旧，则2050年的情况看似更糟，届时营养不足人数将跃升至近8%。与2012年相比，2050年营养不足人口比例有限的下降意味着营养不足人数在2050年几乎不变（见图4.9）。在SSS情形下情况更糟，2050年PoU上升至12%以上，意味着几乎有10亿人口营养不足。

TSS情形则截然不同：营养不足人口比例下降到4%以下，同时营养不足人数减少到不足4亿人。沿着这条通往可持续发展路径，（与其他情形相比）平均表现人均膳食构成也趋向于较低的肉类摄入，特别是在HIC，而LMIC的水果和蔬菜摄入量相对高于HIC（见图4.6）。

因此，以粮食供应减少和农产品价格上涨为特征的更可持续路径似乎并不影响与粮食安全和营养资源相关的粮食系统表现，因此在环境和社会可持续性之间不存在明显的取舍关系。就粮食安全和营养资源而言，TSS优于另外两个情形有以下两个互补原因：

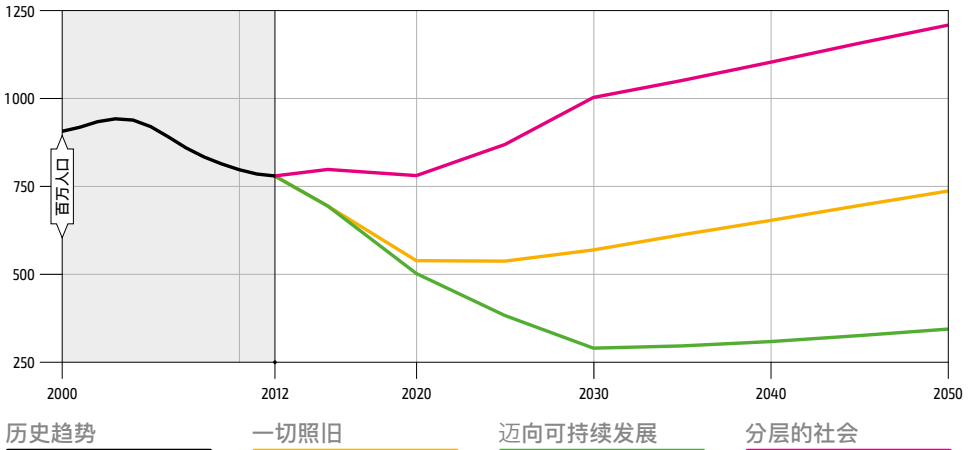
- 其中一个原因是由于各国收入分配更加公平，LMIC的购买力有所提高（见图3.6）。TSS情形是显示LMIC

图 4.8 营养不足患病率：全球范围、历史趋势及未来估测



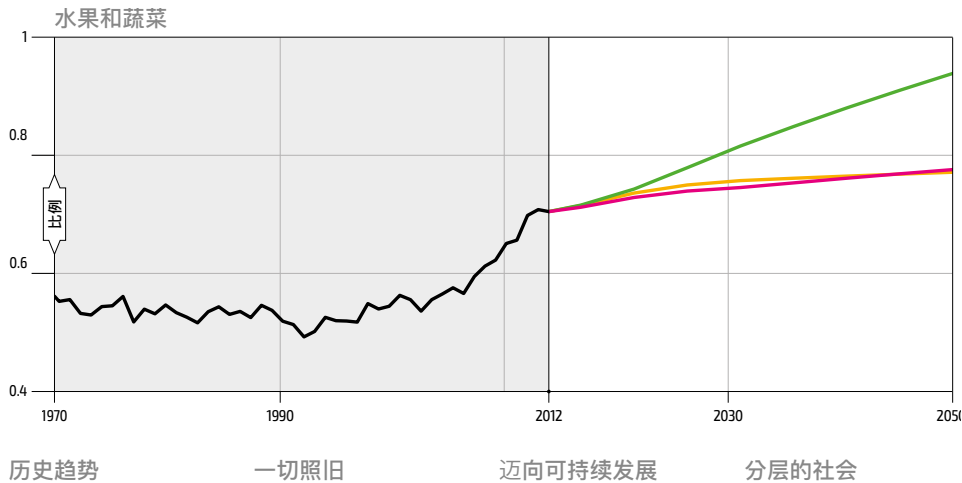
资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。

图 4.9 营养不足人数：全球范围、历史趋势及未来估测



资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果。历史数据采用FAO、IFAD、UNICEF、WFP和WHO的数据。2017年。《2017年世界粮食安全和营养状况：增强抵御能力促进和平与粮食安全》。罗马，FAO；以及联合国。2015年。《世界人口展望：2015年修订版》。经济和社会事务部人口司。美国纽约。

图 4.6 中低收入国家 (不含中国) 来自水果和蔬菜的人均卡路里摄入量占高收入国家的比例



注：灰色垂直线代表了2012年基准年。比例高于/低于1表示LMIC人均千卡摄入量高于/低于HIC，比例接近1则表示LMIC和HIC的饮食结构趋于一致。2012年之前的数据是指人均千卡供应量。2012年及之后的数据是指人均千卡摄入量。完整报告附件III表A3.5对食物分组进行了详细说明。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用FAO GAPS模型的模拟结果及FAO 统计数据库（不同年份）。

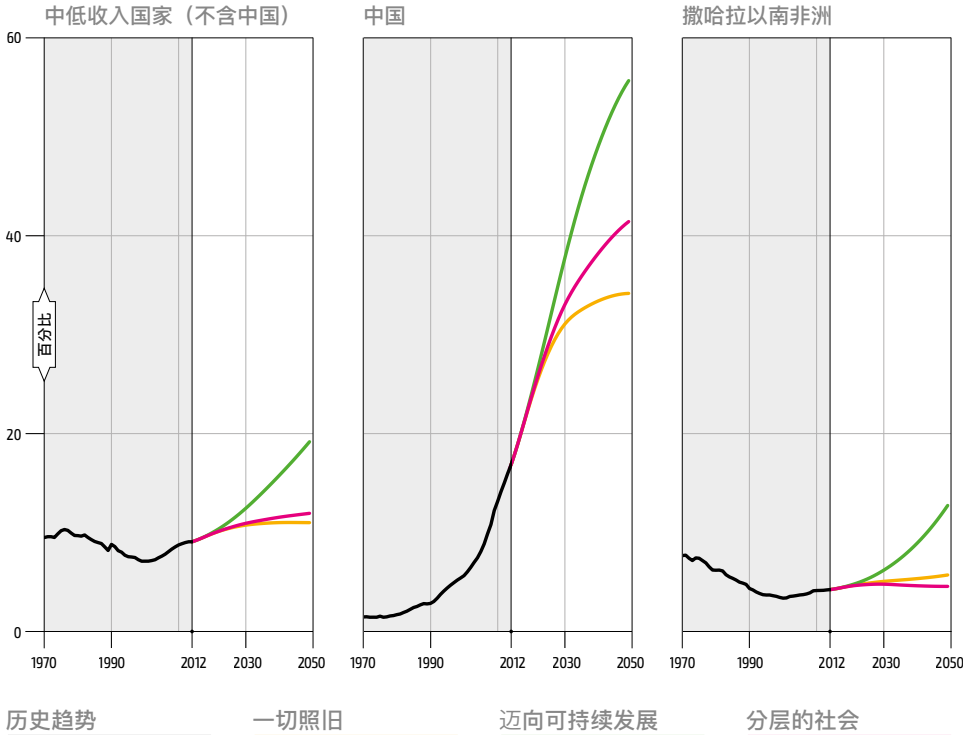
与HIC人均收入趋同正趋势的唯一情形，¹³ 意味着LMIC有支付能力购买更多的食品。其结果是，LMIC人均摄入千卡比在BAU情形下要高，与在SSS情形下相近。TSS情形的显著性在SSA尤为突出，该地区的人均收入绝对比另外两种情形要高。

- 国家内部更公平的粮食分配是另一个重要原因。可以通过在社会各阶层之间更公平的收入分配来实现更好的粮食分配，尤其是在LMIC。

与BAU情形相比，在TSS情形下收入分配更公平，假定投资趋向于更“益贫式”增长。这意味着社会各阶层都有谋生机会，基本服务普遍可及，高效率的收入再分配机制行之有效。在TSS情形下，预计LMIC的非技术劳工薪酬相对来说比在BAU情形下要高，包括农业部门在内；在许多情况下，亦高于SSS情形（见图4.4中的绿线）。

¹³ 值得注意的是，在BAU和SSS情形下，特别是LMIC和SSA的人均收入依然落后甚远，其2050年人均收入比例仅约为HIC的10%。中国为例外，在所有情形下，中国都表现出与HIC趋于一致的正趋势，与1980年以来观察到的趋势相同。

图 3.6 中低收入国家和中国人均国内生产总值占高收入国家的百分比



资料来源：FAO全球前景研究，1990–2012年间的数据库基于联合国国民经济核算体系的数据（联合国，2016年）；以及共享社会经济路径（SSP）数据库1.1版；。2013–2050年间数据基于共享社会经济路径（SSP）数据库1.1版OECD对国内生产总值的估测（SSP数据库，2016年）。

粮食和农业系统转向可持续性可支持农业部门薪酬提高或创造额外的就业机会，或者可能两者兼具，取决于相关的系统。例如，“保护性农业”可能会提高劳动生产率，特别是在农村就业机会相对稀缺的地区采用这种方式（尽管在许多情况下，伴随其而来的是更高强度的使用除草剂和杀真菌剂）（Derpsch等人，2010

年；Kassam等人，2009年；粮农组织，2001年）；需要因地制宜这种类型的农业生产方式（Pannel、Llewellyn和Corbeels，2014年）。与此同时，“有机农业”实践可以帮助吸收劳动力，特别是在农村劳动力供给充足的情况下（Nemes，2009年；Herren等人，2011年；Muller等人，2017年）。



因此，如果要实现粮食安全和营养资源目标，同时确保粮食系统的环境可持续性，改进国家内部和国家之间的收入分配似乎势在必行。考虑到当今世界在城乡、各地区、种族和性别之间不平等现象依然相当普遍，我们面临的挑战非常艰巨。除此之外，有证据表明，“富人越来越富”（世界银行，2016），正如《2018年世界粮食安全和营养状况》（FAO、IFAD、UNICEF、WFP和WHO，2018年）明确阐述，穷人可能变得越来越穷。在这种背景下，LMIC在今后几十年赶上HIC的可能性微乎其微（FAO，2017a）。即使如此，整个农业部门和粮食系统在应对这一挑战的过程中能够发挥重要作用，可以采纳促进平等和益贫式增长的战略方案，例如：

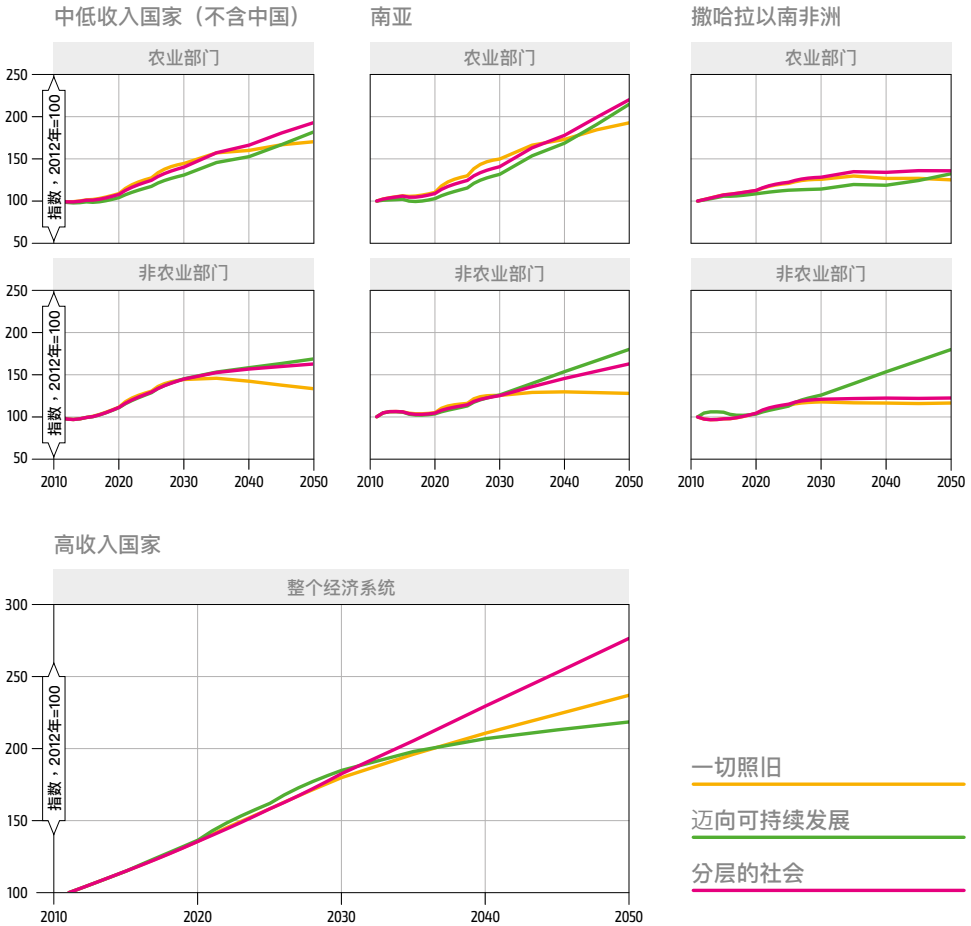
- 加强研发公共支出，为创新可持续农业技术特别是适合家庭农场主的技术创造更好的私营研发环境；
- 通过授予特定信贷额度等措施，确保家庭农场主获得创新技术，这些措施可能有助于为初始采纳成本、激励措施和咨询服务提供资金，从而激励和支持学习阶段和其他制度安排，例如信息共享实践社区、规模经济与网络效应的开发、以公平价格大批量采购相关设备或风险管理专用保险方案；
- 改善价值链协调，确保链中薄弱环节受益于农业部门融入市场的益处；

- 保护资产所有权和控制权，包括充分利用有效的体制安排和透明的土地市场，特别是因经济转型和城市化被排除出农业部门的群组，从而避免必要的资本被剥夺；
- 建立和/或加强确保农业投入和产出市场竞争力的机构，避免过度集中，监管寡头供应和买主垄断，并防止分流农民收入的寻租行为；
- 只有在遵守负责农业和粮食系统投资原则的前提下，才推进对农业部门的投资，以便促进可持续和包容性经济发展、消除饥饿和贫穷、获得安全和营养的食物、各级平等和赋权、复原力并减少灾害风险（CFS，2014年）。

尽管农业部门作用重大，但日趋明显的是，仅靠农业本身已经不足以显著改善平等和支持益贫式增长。迄今为止，广泛的经济转型在很大程度上导致了从事农业的人数下降，而且可用分析表明，这一趋势可能会持续下去。这为进一步城市化和国际人口迁徙铺平了道路，特别是如果农村地区、农场外和农业以外不存在适当的工作和其他谋生机会。确切地说，永久性减贫需要城乡共同行动，总的来说，必须采取跨国家和跨地区的行动。这将需要，例如：

- 扩展接受优质健康服务、卫生和教育的途径，特别是针对有脱离农业倾向的边缘

图 4.4 农业和非农业部门非技术劳工的平均薪酬



注：从图中可以看出，HIC的农业和非农业薪酬并无差别。在对HIC的薪酬进行分析时，假定了一个独特的非技术劳工市场，这些国家的特点是农业和非农业部门之间的劳动力市场分割有限。

资料来源：FAO全球前景研究，基于采用ENVISAGE模型的模拟结果。



农民，从而确保他们能够从技术进步和经济转型中受益并同时减少贫困；

- 通过工业政策（具体到部门）、保护新产业、实施有利于私营企业特别是中小企业、以及创造就业机会等措施，来促进农村非业农创收活动的经济多样化（FAO，2017g）；
- 发展农业产业以及连接农村和小城镇所需的地方基础设施，使农村人口能够从结构转型和城市化中更多地受益；
- 通过推行公平的创新流程支持整体经济就业机会，通过可执行的法律法规，推进合理薪酬及工作条件；
- 实施适当的社会保护机制，为营养不足、粮食不安全和极端贫困人口提供即时救济，帮助克服家庭流动性限制，从而使个人和社区能够从事更盈利但风险更高的创收和创造就业活动（FAO、IFAD和WFP，2015b）；
- 通过包容性融资等方式，增加贫困人口的储蓄和投资潜力，尤其是穷人；
- 促进诸如土地、水资源、信贷、技术援助和基础设施等生产性因素的获得，着重关注最赤贫人口。

所有上述措施都需要来自公共部门和私营企业的适当供资。可能需要官方发展援助（以下简称ODA）、外国直接投资（以下简称FDI）、以及通过各式伙伴关系日益增多的其他资金

形式，来支持经济体系朝着更可持续方向的转型进程（FAO，2017a）。然而，必须通过改善国际和国家施政和加强各级机构来增大供资力度，这些措施应能实现：

- 建立更公平和更有效的财政体制，以开拓诸多国家（包括LMIC的某些国家）为公共政策提供资金的“财政空间”，从而将发展进程导向公平性和可持续性；
- 大幅度减少可能超出ODA和FDI的非法资金流动，¹⁴这些资金外流剥夺了LMIC可以用于资助其急需的公共服务和发展政策的资源（OECD，2014年）。由于非法资金流动主要影响SSA（AfDB，2013年），即最易遭受饥饿的地区，而且这种流动也影响到粮食和农业部门（UNECA，2014年），解决这些问题不仅会对公共资金和公民收入产生有利的影响，而且可能对农业发展和粮食安全产生即时和直接的影响。

从上述考虑来看，在国家内部和国家之间实现公平的收入分配，对实现SDG2（消除饥饿、实现粮食安全、改善营养和促进可持续农业）能够起到实

¹⁴ 可持续发展目标16.4：“到2030年，大幅减少非法资金和武器流动，加强追赃和被盗资产返还力度，打击一切形式的有组织犯罪”规定了具体指标16.4.1：“对内和对外非法资金流动总值（以美元计算）”。

质性帮助，这看来将需要全面的政治承诺，创新思维，以及劳资关系、农业与非农业部门、LMIC与HIC之间的结构和关系发生翻天覆地的变化。

作为关于营养不足问题的最后一点，值得注意的是，即使与其他情形

相比，TSS情形下的收入分配绝对更为公平，但由于人口增加、价格上涨和气候变化等综合因素（即使并不严重）的协同效应，同样会在2030年后导致营养不足人数增加。这表明，可能需要进一步的承诺，确保不仅实现而且要维持长期的粮食安全成就。



美国德克萨斯州
为无家可归者发放食物
©FlickrCC/Louis Tanner



6. 着手处理气候变化、农业部门与生计之间的关系

气候变化将给农业和农村生计带来哪些影响？农业是否能够帮助降低GHG排放？

重要信息

- 1. 气候变化将逐渐影响到各个农业部门。**总体而言，气候变化已经给作物产量、畜牧业和渔业造成了负面影响，特别是在中低收入国家。本世纪晚些时候，这种影响可能会更加严重。
- 2. 如果不采取应对措施，气候变化将加剧贫困和不平等现象。**除其他因素外，日益加剧的气候变化与不可持续的农业实践息息相关，并可能会导致土地和水资源使用增加，同时不成比例地影响贫困人口并加剧各国内部和各国之间的不平等现象。这对粮食供应和粮食获取都会产生消极的影响。
- 3. 气候变化影响的远远不止作物产量。**气候变化也会影响土壤质量、鱼类栖息地和种群、景观生物多样性、以及病虫害流行和抗菌素耐药性。目前对这些影响产生的总体后果了解微乎其微。
- 4. 只有更大力度的投资才能促使农业部门减少GHG排放。**农业部门可以在适应气候变化的同时生产充足的粮食并实现减排。然而要做到这一点，就需要大量的投资来开发和实施更多的资源节约型和气候友好型技术。
- 5. 仅靠农业部门的努力是不够的，需要在整个宏观经济领域采取强有力的GHG减排措施。**尽管农业部门通过更优化的实践如土地保护、提高畜牧业效率、造林和再造林等，能够促进气候变化减缓，但仅靠农业本身远远不够。提高能源利用效率及减少单位能源GHG排放，需要整体宏观经济的投入。

关于粮食和农业系统未来的第四个问题是，受气候变化影响日趋严重的农业部门是否能够在大幅度推进全球GHG减排的同时，为所有人提供充足的粮食。

取决于未来几十年内全球整体经济的GHG排放总量，农业部门将在不同程度上受到气候变化的影响。有关气候变化与农业生产情况之间关系的现有知识相对有限。然而众所周知，气候变化除了影响作物产量外，还会产生其他生态和社会作用，如生物多样性、土壤质量、动植物对疾病的抵御能力以及国家之间和国家内部的不平等。反过来，这些作用也可能会导致人口迁徙和冲突发生，给几十亿人口的福祉带来不可预见的负面影响（IPCC，2014a）。

在BAU情形下，由于GHG排放量的增加，气候变化将对全球作物产量产生不利影响。这也适用于SSS情形，即随着经济体系的增长，GHG排放量有增无减。截然相反的是，在TSS情形下，大幅度投资促进了GHG排放量的下降，引致更可持续的生产和消费模式，意味着给作物产量造成的影响没有其他情形那么严重（见图3.9）。

然而众所周知，农业部门不仅受气候变化的影响，也需适应气候变化，而且农业部门也在很大程度上导致了气候变化。例如，在BAU和SSS情形下，农业部门的GHG排放量分别增长了24%

和54%，而TSS情形则可使气候变化大幅下降（39%）（见图4.17）。

TSS情形下农业部门GHG排放的显著下降是以下三个并存因素协同作用的结果：

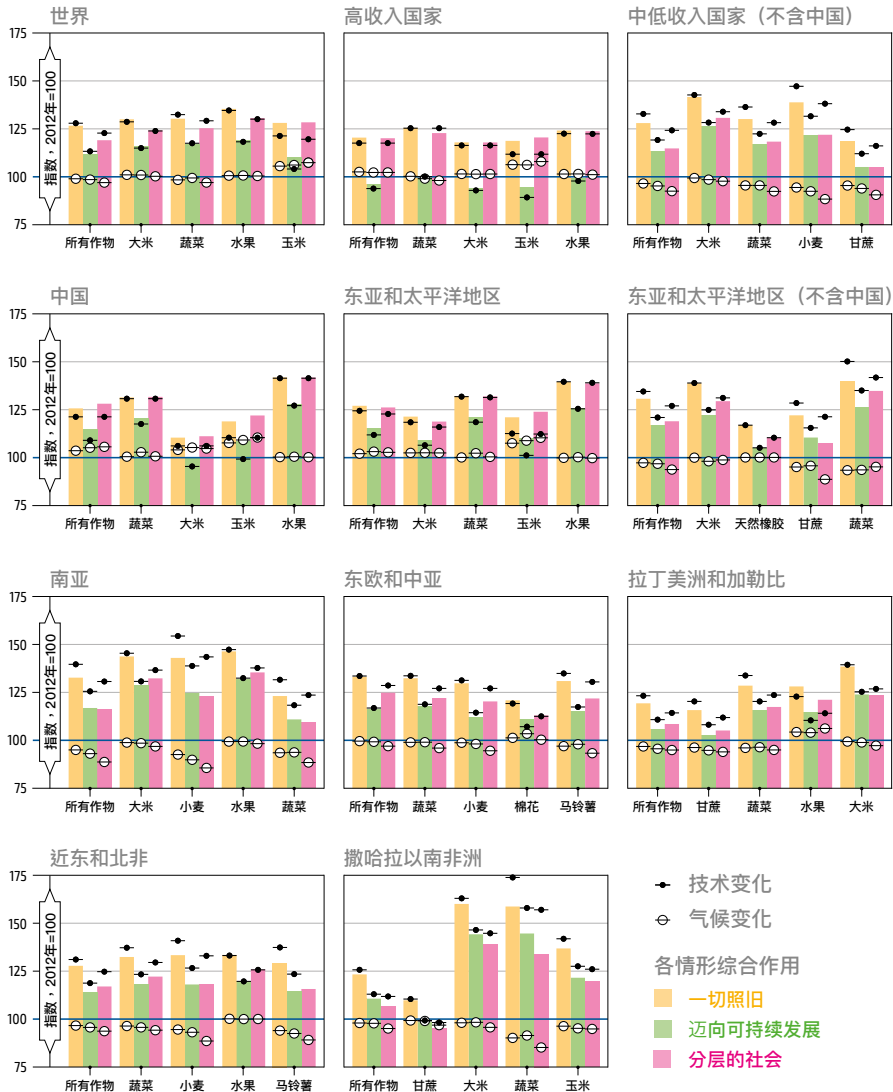
- 农业总产出扩大规模有所减小——与其他情形相比；
- 农业产出构成有所变化，畜群——特别是显著影响GHG排放量的大型和小型反刍动物畜群——扩大规模有限；
- 由于每单位产出所使用的土地和投入减少，导致了农作物和动物加工效率提高。

如上所述，前两个因素涉及消费者饮食和偏好的变化。第三个因素涉及生产流程的组织和管理方式。

各国和各区域排放强度（即每单位产出温室气体排放量）的巨大差异意味着有潜力降低粮食和农业领域的温室气体排放。这意味着需要考虑整个农产品系统产生的整体影响，包括食品和饲料需求、食品损失和浪费、农产品的其他用途（纤维、生物燃料等）、用水量及其对土壤健康的影响、生态系统服务、生物多样性和农林取舍权衡和/或协同作用，包括土壤碳储量、造林和再造林。

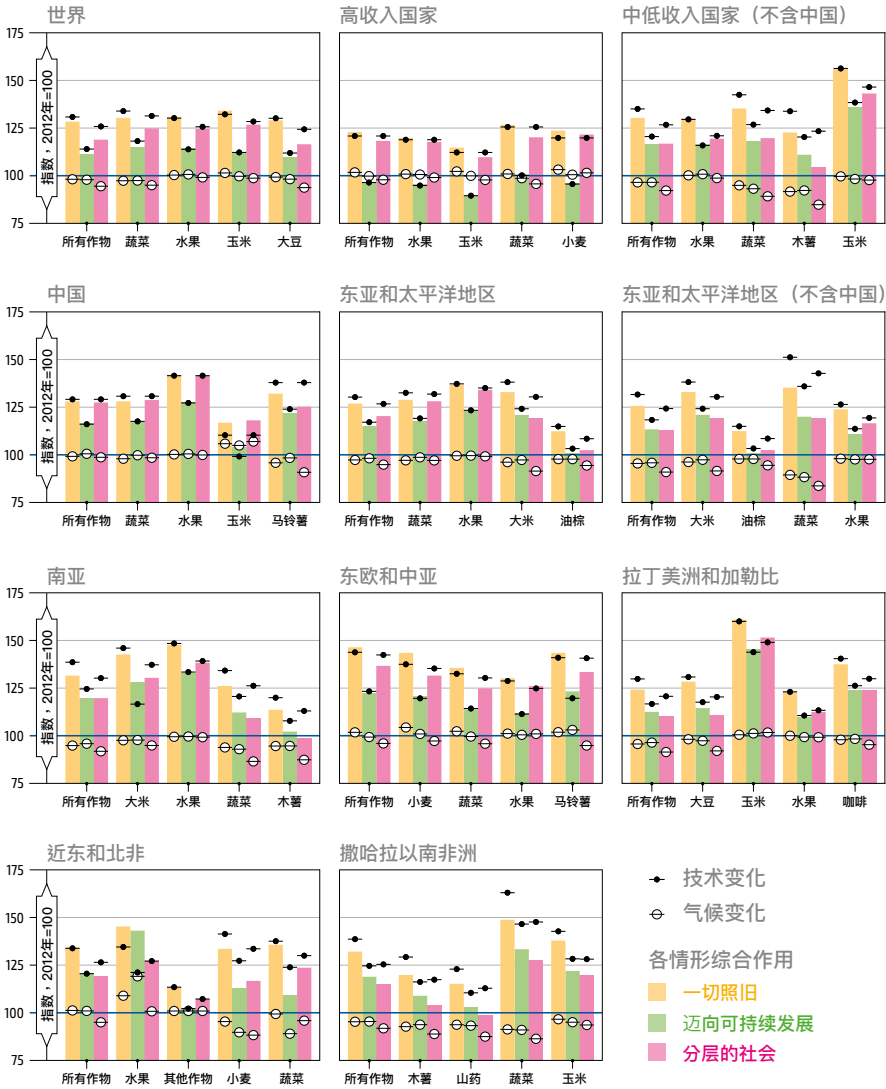
图 3.9 2012–2050年间因气候变化和技术进步而导致的产量变化

A) 灌溉系统



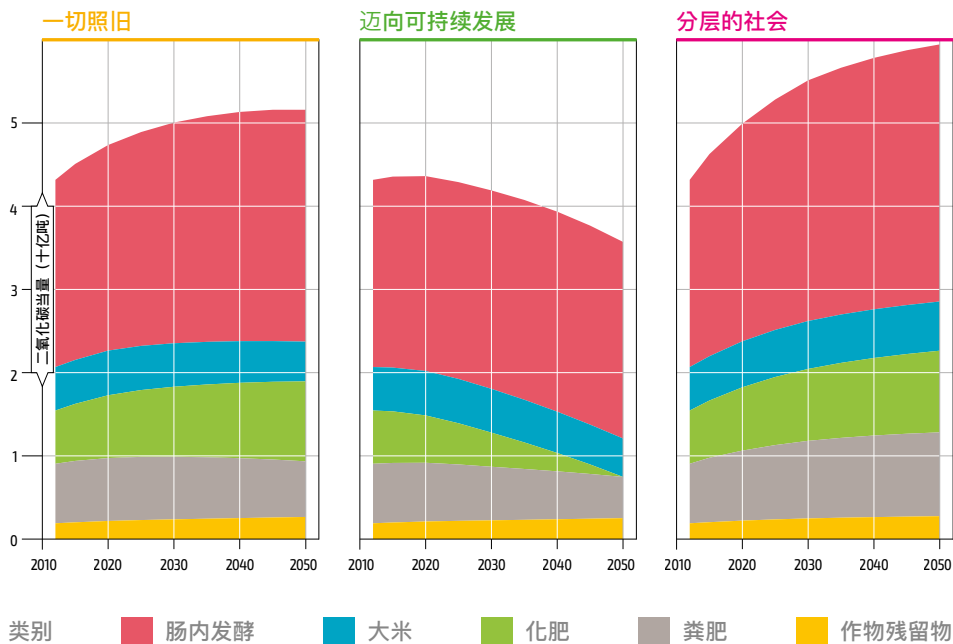
注：彩柱表示技术进步和气候变化导致的与价格无关的产量变化。白圈表示气候变化引发的单产水平变化情况；黑色虚线表示技术进步引发的变化情况。采用了FAO-IIASA GAEZ v4 (无二氧化碳施肥, 五个气候模型的中值) 来计算气候变化导致的影响。图中显示了FAO GAPS模型界定的四种最重要商品在各地区的产量变化, 生产系统按2012年产值排列。在本图中, “柑橘”和“其他水果”统称为“水果”。“所有作物”是指所有作物在总收获面积内的产量变化总数。请注意, 有关气候变化对果树的影响研究结果不具有决定性 (Ramirez和Kallarackal, 2015年)。

B) 雨育系统



资料来源: FAO全球前景研究, 作物产量和产值的历史趋势基于FAO统计数据库(不同年份); 气候变化转移因素基于FAO-IIASA GAEZ v4.0; 技术转移因素根据粮农组织专家的判断。

图 4.17 不同情形下农业温室气体排放量估测



注：排放量以十亿吨二氧化碳当量 (GtCO₂e) 进行表示。该图表包括来自畜牧业和农作物生产的温室气体排放，但不包括来自草原和作物残留物燃烧和泥炭地转化的温室气体排放。

资料来源：FAO全球前景研究，基于FAO GAPS模型的模拟结果，排放系数基于FAO GLEAM (2017年) 和FAO 统计数据库 (不同年份)。

在2015年联合国气候变化大会 (COP21) 前各国提交的国家自主贡献预案 (以下简称INDC) 中，农业、土地利用、土地利用变化和森林是最频繁提及的GHG减排相关产业 (FAO 2017h)。对于渔业也存在可显著减少GHG排放的多种选择方案，例如：在捕捞作业中，可通过使用更

高效的发动机、改善船形或者仅通过降低船的平均速度；在水产养殖中，可使用可再生能源及提高饲料转化率 (Barange等人, 2018年)。尽管如此，需要进一步主流化这些问题，以便有效实施INDC，并在GHG减排方面取得进一步的成果。

毋庸置疑，尽管农业部门在GHG总体减排中潜力巨大，但整体经济必须承担这一艰巨的挑战，譬如应确

保所有经济行业实现能源使用效率的提高——即提高每单位产出的能源使用及每单位能源的GHG排放效率。



海地

飓风带来的影响与人道主义援助

©UN Photo/Marco Dormino



7. 结束语

如果要实现“2030年可持续发展议程”的具体目标，特别是与粮食和农业直接相关的目标，“一切照旧”已不再可选。造成大面积毁林、水资源短缺、土壤枯竭、生物多样性丧失、病虫害耐药性以及高GHG排放量的高投入和资源密集型农业体系不能保证可持续的粮食和农业生产。此外，正如研究中假设的情形之一所阐述的，不断加剧的不平等现象、气候变化影响恶化，无法控制的迁徙、日渐增多的冲突、极端贫困和营养不足，这一切在未来世界中都是极不受欢迎的。

需要引进既能提高生产力同时又不损害自然资源基础的革新体制。技术进步与大幅度削减农业GHG排放量双管齐下，将有助于应对气候变化和影响到所有生态系统和人类生活各个方面的日益加剧自然灾害（FAO，2017a）。这正是本报告中阐述和分析的“迈向可持续发展”情形的突出特点——反映的未来正是我们期望的愿景。

然而，我们务必要牢记，尽管这一情形在诸多方面是可持续的，但实现它远非易事，我们面临的障碍重重：世间不存在“灵丹妙药”，社会必须做好应对某些取舍选择的准备。本研究报告得出的结论提

供了确凿的证据，证实了“社会消费和生产方式发生根本变化在实现全球可持续发展中是不可或缺的”（UN，2012年）。

为了永久性及在全球范围内实现SDG，从而引导粮食系统和社会总体经济系统走上经济、社会和环境可持续道路，必须引进超越“发达”和“发展中”国家之间鸿沟的全球变革进程。传统的“发展”理论一度主要着眼于解决低收入国家的需求，可持续发展则着眼于满足每个国家需求的全球性挑战和集体责任。在这一进程中，需要为所有社会经济和环境系统注入大量投资，彻底检查过时的资本存量、研发新的解决方案、并实施适合不同环境和行为者的创新技术。这些都是SDG的核心所在。

粮食和农业系统转向可持续性所需投资的风险从本质而言要高于用于其他领域的投资，因此需要更好的事前风险评估和政策，以确保项目的可持续性。此外，只有当私有资金和公共资金同时用于下述领域时，这些投资才会成为现实：研究和开发用于初级生产和加工的创新可持续技术；取代过时的资本存量以提高土地和水资源的利用率；减少整个粮食和农业价值链的GHG排放；建立市场和物流基础设施，减少粮食损失并提高价值链效率；支持社会保护方案的实施并扩大其覆盖面，特别是在

农村地区；加强机构建设，包括在农业和粮食体系中支持负责任投资的机构。提供这些资金将需要对目前的某些需求做出一定的牺牲（并非在所有情况下都是必须的），并着眼于确保未来的利益。如果我们要为子孙后代和那些已经承受可持续发展负担的人们创造一个更加美好的未来，可以合理负担得起的较富裕国家和生活相对优裕的社会阶层应该做出这些牺牲。

本报告的调查结果受制于不同行业和地区的各种生产、消费和生物物理进程之间相互作用的不确定性。此外，鉴于许多领域数据缺乏或不一致，在研究过程中，有必要识别、合并和协调来自不同领域的大量数据集。

为了避免从观察过去的视角来展望未来，同时应对某些数据匮乏的挑战，本报告旨在探讨来自一系列广泛行为者和参与者的不同想法、立场和贡献，其中包括其他国际组织、非政府机构和民间社会团体、学术界以及不同国家的不同立场和愿景。报告特别借鉴了粮农组织及其发展合作伙伴多年来积累的多学科知识，其中不少成分反映了全球范围内最先进的动物生产技术和相关的GHG排放量、气候变化情形、农产品生产和使用、以及全球经济数据等等。

尽管面临重重困难和障碍，但这份报告是对粮食和农业未来及其可持续发展模式相关议题的重要贡献。

为了更好地了解社会经济和环境系统今后的演变方向，尤其是揭示未来粮食和农业系统可能发展的路径，还有很多工作有待完成。尽管如此，这份报告朝着这一方向迈出了重要的一步。这是有史以来的第一份报告，不仅采用三个不同情形并催生了如此庞大丰富的多学科专门知识，绘制出关于粮食和农业部门的全球整体性和一致的远见卓识，而且这些设计的情形描绘了粮食和农业系统面临挑战的复杂性及其整体经济背景，同时亦考虑到未来的气候变化发展。

这份报告呼吁在合理可靠的定量证据基础上发展更可持续的粮食和农业系统。而若无这些证据，这项呼吁则远不具备说服力，并最终将形同虚设。

我们由衷希望这些调查结果将对那些志在评估全球粮食和农业系统长期远景的人士有所帮助，包括政府决策者和分析人员、国际组织、民间社会团体、私营部门以及学术和研究机构。请所有利益相关方充分重视这份报告，将其不仅仅视为一项分析工作的终点，更将其作为旨在形成国家、区域和全球各级可持续发展模式对话和战略政策进程的起点。从这一角度



来看，这份报告须被视为是对实现联合国可持续发展目标和粮农组织愿景的一份贡献，即：为世界所有人口提

供更可持续生产的、营养丰富的和可获得的粮食。



意大利

未来的食物

©FlickCC/Maja Dumat

粮食和农 业的未来 实现2050年 目标的各种途径

本报告探讨了未来粮食和农业的三种不同发展前景，这些前景是依据主要驱动要素的不同趋势得出的，包括收入增长和分配、人口增长、技术进步以及气候变化。

本出版物以题为《粮食与农业的未来——趋势与挑战》的报告为基础，是粮农组织支持询证决策进程的举措之一。它为实现消除饥饿、改善营养及确保粮食和农业系统的经济、社会和环境可持续性方面的可持续发展目标的可能战略选项提供了详实的定性和定量分析并进行了阐述。



可从以下网站获得《粮食和农业的未来
— 实现2050年目标的各种途径》出版物：
www.fao.org/3/i8429en/i8429en.pdf

www.fao.org/publications/fofa/zh

ISBN 978-92-5-131005-2



9 789251 310052

CA1553ZH/1/10.18