

本章焦点问题

- ▲经济增长与环境之间是什么关系？
- ▲经济增长会遭遇地球极限吗？
- ▲经济发展怎么样才能成为环境可持续的？

第二章 资源、环境和经济发展

经济增长与环境简史

自有历史记录以来的大多数时期，人口和经济活动一直十分稳定。19世纪工业革命以前，欧洲的人口增长缓慢，生活标准变化很小。市场经济的降临和技术的快速进步极大地改变了这种状况。欧洲的人口进入了一个快速增长时期，这导致了英国古典经济学家托马斯·马尔萨斯（Thomas Malthus）在理论上分析人口可能超过食物供给，提出维持生活标准的永久人口数量。

马尔萨斯（Thomas Malthus）的论文《论影响将来社会改善的人口原理》发表于1789年，发起了长期持续的对人口增长的争论。历史证明简单的马尔萨斯假设是错误的：自马尔萨斯的论文以来的整整两个世纪，欧洲的人口和生活标准都获得了快速的提高。但是如果我们考虑更多复杂的论点，

日益增长的人口和经济系统最终将超过支撑着它的生物物理系统，争论转而证明具有极强的现代意义。

人口增长的争论与资源和环境问题紧密交织在一起。在 21 世纪，这些问题不仅仅是人口与食物供给之间的简单竞赛，还将强烈地影响经济发展的进程。我们不大可能会看到全球范围内大规模的食物供给短缺，但是非常可能的是，与人口增长和资源需求增加相联系的环境压力将彻底改变经济系统的性质。

测量增长率

我们从一个简单的人口与经济活动之间相互关系的经济分析开始，接触复杂的增长问题。以传统的国内生产总值 (GDP)¹ 术语衡量经济产出，我们有简化的等式

$$\text{GDP} = (\text{人口}) \times (\text{人均 GDP})$$

这也可以以增长率的术语表达为 GDP 增长率、人口增长率和人均 GDP 增长率之间的关系：

$$\text{GDP 增长率} = (\text{人口增长率}) + (\text{人均 GDP 增长率})^2$$

在该等式中，为了修改通货膨胀的影响，我们使用**实际 GDP** (real GDP) 而不用**名义 GDP** (nominal GDP)。³ 只要实际 GDP 的增长一直高于

¹ 国内生产总值 (GDP) 被定义为一个经济体在一定时期，通常为一年，生产的产品和服务流。

² 这一关系由自然对数的数学原理推导出来，如果 $A = BC$ ，则 $\ln A = \ln B + \ln C$ 。B 和 C 的增长率可以自然对数的形式表达，当把它们相加，得出 A 的增长率。

³ 名义 GDP 是用当前的价格来衡量。实际 GDP 使用价格指数计算等值美元 (constant dollar) 的价值来修正通货膨胀。

人口的增长，实际人均 GDP 将稳定增长。为了实现这样的情况，生产力必须稳定提高。当然，生产力的持续提高，是避免马尔萨斯陷阱的关键。

增加农业生产力意味着在农村从事农业劳动的人口比例下降，为工业的发展释放劳动力。提高工业生产力带来生活标准的提高。一般地说，经济的发展是沿着欧洲、美国和工业化国家的路线展开。

经济增长的基本因素

增长的生产力的什么决定因素使得经济的稳定增长成为可能？一个是资本积累。投资使得**资本存量** (capital stock) 随时间增加：当每个劳动者的资本存量增加，劳动生产力也就提高。另外，**技术创新** (technological innovation) 同时提高了资本和劳动者的生产力。标准经济增长模型对这一过程没有限制，只要投资以适当的比例持续地增加，生产力和人均消费就能永久持续地提高。

对于经济增长，生态经济学的观点集中在三个附加因素。一个是能源的供应。19 世纪欧洲的经济增长强烈地依赖于作为能源的煤炭；那个时期的一些作者曾经表现出对煤炭供应可能耗尽的关注。20 世纪，石油取代煤炭成为工业的主要能源。

目前，石油、天然气和煤炭为美国、欧洲、日本和其他工业经济提供了超过 85% 的能源供应；为全世界的工业提供了大致相同比例的能源。⁴在很大程度上，农业和工业的经济增长是化石能源替代人类劳动的一个过程。这一替代具有重要的资源和环境影响，这反过来又影响对未来增长的估计。

第二个根本的因素是土地和自然资源的供应 - 有时候又称之为**自然资本** (natural capital) - 的供给。几乎所有的经济活动都需要使用一定的土地。随着这些活动的增加，土地从自然状态向农业、工业和居住用地转变的压力

⁴ 美国能源部，2004。

增加。有些使用是矛盾的：在农村，住房与农田竞争，工业或道路的修建可能使土地不适宜居住或农业使用。

土地的供给当然是固定的。除了极为有限的情况，例如荷兰的筑堤建渠的地区，人类技术不能创造更多的土地。自然资源的丰厚程度是变化的，矿产资源、森林和其他生物资源的再生能力有物理极限。

第三个重要的因素是对工业发展中的废弃产物的环境吸收能力（absorptive capacity of the environment）。这个问题在经济活动相对环境来说规模较小的时候并不重要；但是，随着国家和全球的经济活动加速，废弃产物的流动性增加，就可能威胁到颠覆整个环境系统。固体废弃物、废水和液体废弃物、有毒和放射性废弃物、以及气体排放，都产生了具体的环境问题，需要在当地、区域和全球加以解决。

关于增长的乐观主义者与悲观主义者

关于资源和环境因素导致还是最终的限制经济增长的争论还在持续。1972年，麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology）的一个研究小组发表了《增长的极限》。这是应用计算机模型预测由于经济的持续增长而来的极端的资源和环境问题（见框图 2-1）⁵。这一报告触发了关于增长的“乐观主义者”和“悲观主义者”之间充满活力的争论。

大多数情况下，乐观主义者相信将来的技术进步会开发新的能源、克服资源限制和控制环境污染问题。悲观主义者指出，快速的人口和 GDP 的增长与已经存在的大量环境问题一起，已经发出警告，人类已经处于其经济活动超越地球承载能力的危险中。问题的实质是过去两个世纪经济增长的成功经验，能否维持到下一个世纪。

框图 2-1 增长极限模型

⁵ Meadows et al., 1972.

1972年麻省理工学院 (MIT) 研究小组发表的增长极限模型，讨论了对经济增长的物质限制。研究所使用的模型被称之为世界III，该模型试图捕捉到人口、农业产出、经济增长、资源利用、和环境污染之间的相互关系。在那时，公众刚好开始关注环境问题，麻省理工学院的研究成果产生了极大的影响。该研究组推断在一个世纪内，全球增长将达到环境的极限。如果没有巨大的变化，很可能会出现一个“超过/崩溃”的结果：“人口和工业生产能力的突然的不可控制的下降。”⁶

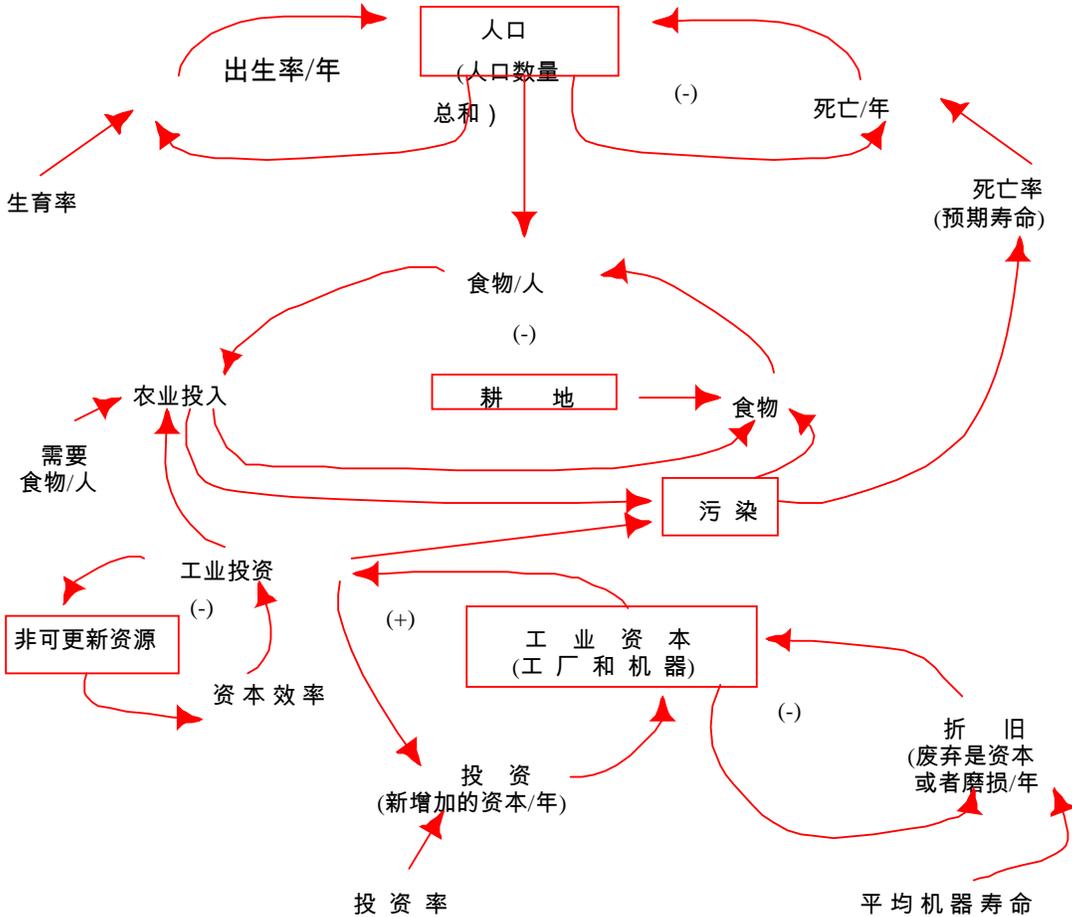


图 2-1 人口、资本、资源、农业和污染的反馈环

⁶ Meadows et al., 1972.

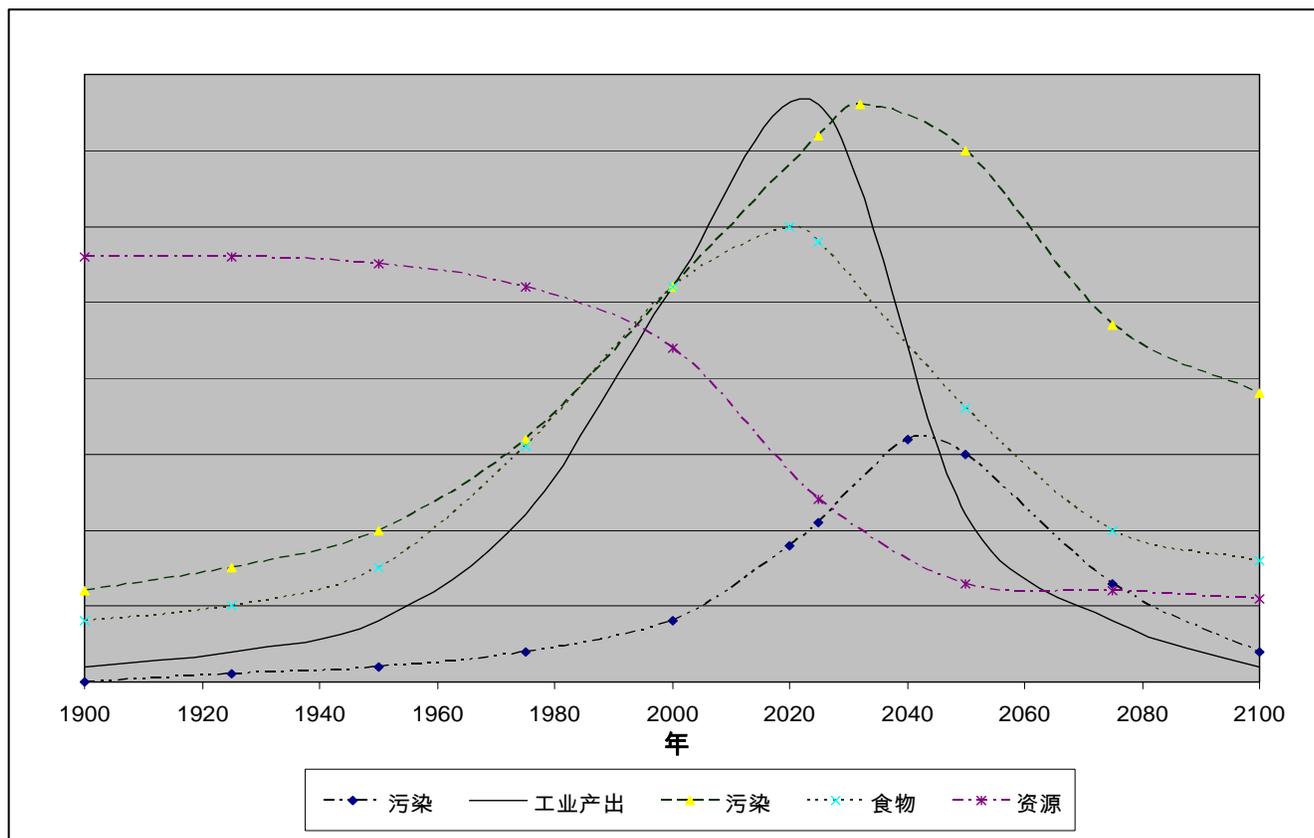


图 2-2 增长模型的基本限制

资料来源：《超越极限：正视全球崩溃，展望可持续的未来》。Donella Meadows et al., 1992 年版，Chelsea Green 出版社，White River Junction, Vt., 1-800-639-4099, www.chelseagreen.com. 由 Chelsea Green 出版社授权复印。

该模型高度依赖指数增长模式和反馈效应。当人口、经济生产、资源使用、或污染每年按一定的百分数增长，指数增长就可会出现。当两个变量相互作用，就会出现反馈效应。例如，当资本积累提供经济产出，反过来，增加了的经济产出导致更快的资本积累。正反馈效应强化经济增长趋势，而负反馈效应减缓增长。然而，负反馈效应也可能是不合意的，例如，食物供给的限制通过营养不良和疾病造成人口的下降。

图 2-1 显示了世界 III 模型中部分复杂的反馈形式。该模型的“标准运转”结果如图 2-2 所示。人口、工业产出和食物需求的指数增长导致资源的下降和污染的增加，到 21 世纪中叶这将造成增长的灾难性逆转。

该报告也强调减缓人口增长、资源消耗、和污染的积极的政策可能避免这种灾难性的结果，代之为全球经济和生态稳定的平稳转变。这样的结论远远没有受到灾难性预测那样的关注。该报告由于没有考虑到经济系统的弹性和适应性，以及过分强调资源耗竭的危险性而受到了广泛的批评。

在 1992 年，1972 年报告的作者发表了另外一本书，重新评估了他们的结论，更多地强调了环境问题，如臭氧层破坏和全球气候变化。他们再次宣称，灾难不是不可避免，但是警告说，实现可持续性的政策转变更加迫切，因为有些生态系统已经被迫超过其极限。⁷有这样的政策变化，结果完全不同。一个模型的运行显示了“向可持续性的转变”，实施稳定人口、限制工业产出增长、保护资源和农业用地、控制污染的政策。这导致到 2050 年世界人口会更稳定 and 更富裕，并且污染水平下降（见图 2-3）。

近期经济增长的总结

值得注意的是，二战以来的经济增长在规模和特点两方面都与往常不同。历史上，1800-1950 年间的人口和经济增长与以前缓慢的增长率相比有了显著的提高。即使这样，自 1950 年以来的增长率实在引人注目。

1950-2000 年间，世界人口翻了一番多；世界农业产出是原来的三倍；世界 GDP 和能源使用则为四倍（图 2-4 显示自 1961 年以来的发展趋势）。当然，这对资源和环境的需求也是空前的。然而，增长的进程远没有结束。世界人口在 2000 年超过 60 亿人，还将继续以 1.2% 的年增长率增加，每年净增加超过 7 千万人（超过整个法国的总人口）。

⁷ Meadows et al., 1992.

人口增长与改善生活标准的要求共同持续地推动全部生产的稳定上升。发达国家和发展中国家的 GDP 分别以每年 2% 和 3% 的速度连续增长，而一些发展中国家，例如中国的增长率更高。以这样的增长率，世界银行预计，到 2030 年，世界的 GDP 将为 1990 年的 3.5 倍 - 大致为 1950 年的 15 倍。⁸

我们有足够的能源、资源和环境能力支撑这样的产出水平吗？在以后各章，我们将考察这些问题的不同方面。作为导言，我们将回顾这些问题的主要方面并提议分析这些问题的方法。

⁸ 世界银行，1992 和 1999.

图2-3 可持续世界模型

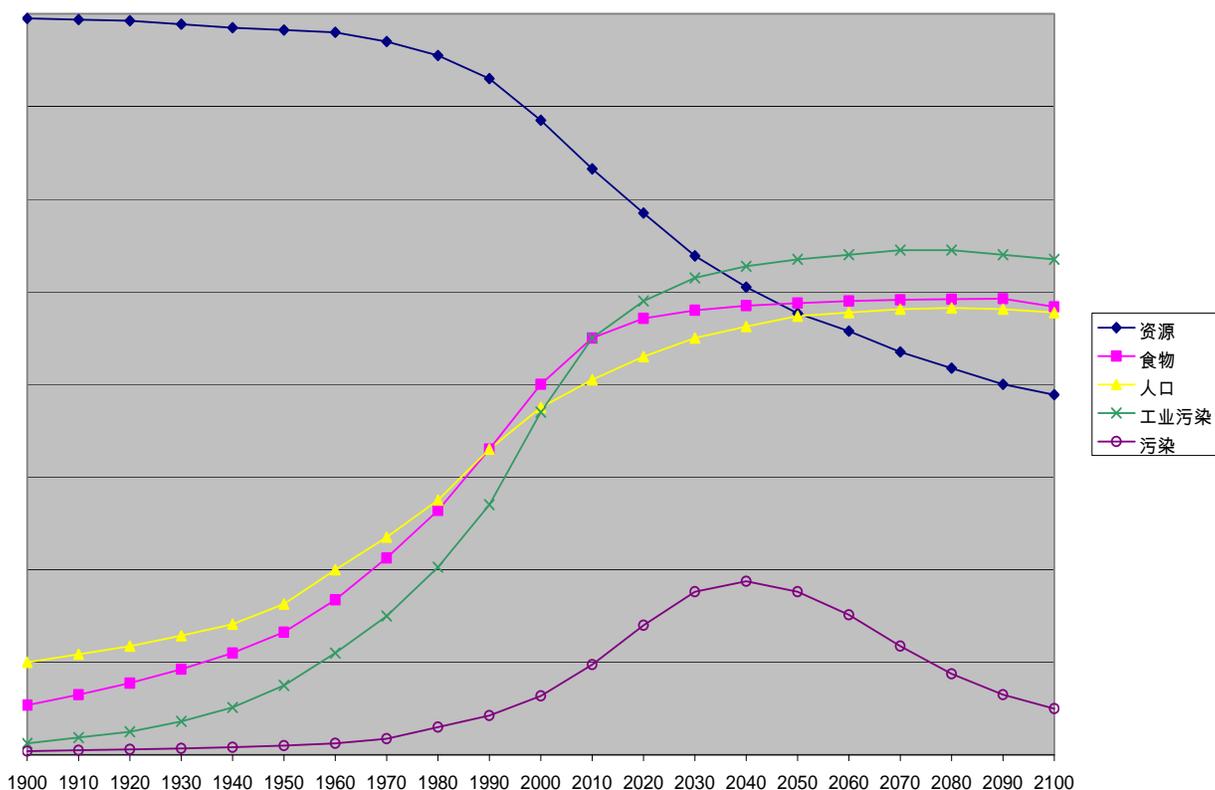


图 2-3 可持续的世界模型

未来的经济增长和环境

在 20 世纪经济史上，环境问题变得越来越突出。1930 年代大萧条期间，土壤侵蚀受到关注；在 1950 年代和 1960 年代，开始关注农药的使用和空气污染；然而，只是到了 20 世纪的最后 20-30 年，才认识到环境退化对整个经济增长进程的根本挑战。与此相对照，21 世纪的全球经济，对环境的考虑将是塑造经济发展的决定因素。

人口增长

新的全球经济的第一个基本因素是显著增长了的人口。人口冲击 (population momentum) 现象 (将在第 10 章讨论) 使大多数国家在未来半个世纪保持人口增长的势头。不像那些很快就被事实证明是错误的预测，这

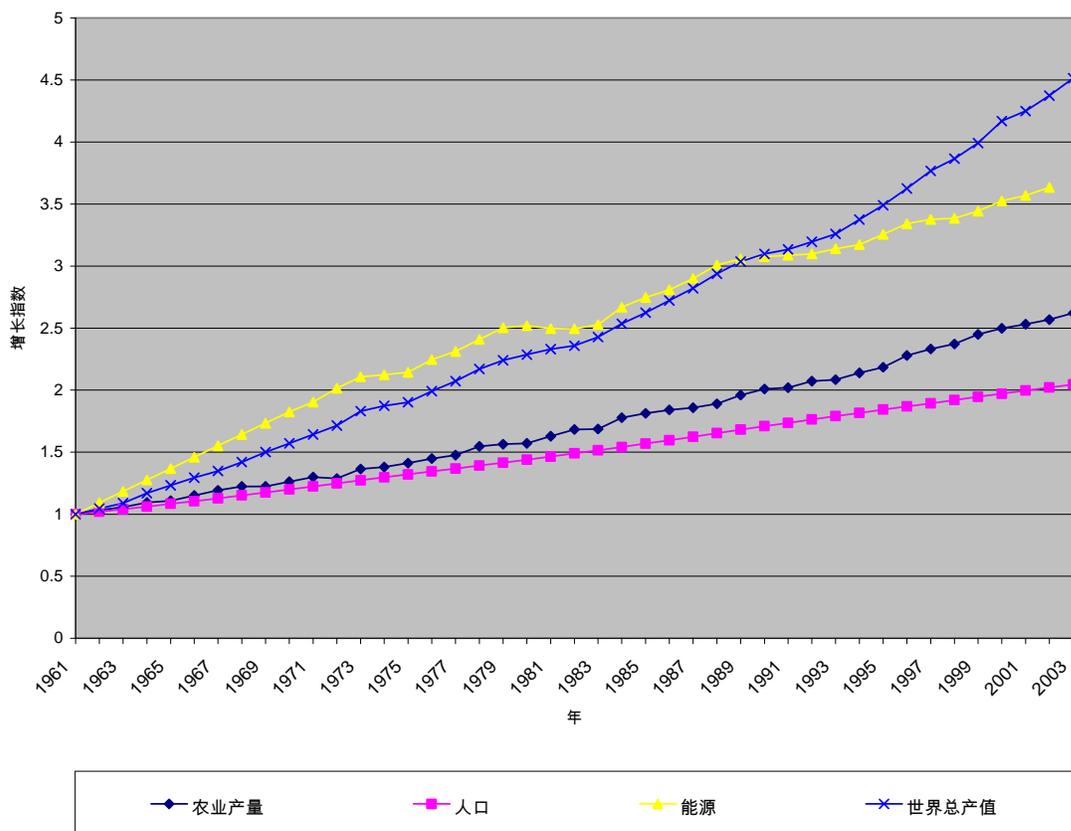


图 2-4 1961-2003 年人口、农业生产、能源使用、和世界总产出

资料来源：联合国食品与农业组织，FAOSTAT 数据库 2004；美国能源部，2004；世界观察研究所数据库 Signposts 2004。指数以 1961=1.0 为准。

一趋势实际上是十分确定的；地球史上人口最多的一代已经出生。我们知道这些孩子将长大成人并生育他们的孩子。即使他们是小家庭 (现在世界上大多数国家，大家庭是正常的标准)，他们的孩子将远远超过现在的老一代人并取而代之。

因此，只有死亡率巨大的上升才能改变人口显著增加的预测。即使全球艾滋病 (AIDS) 危机，它在全世界令人恐惧地传播，除了少数几个地区之

外，也不可能影响人口的预测。最低的预测是，到 2030 年全球人口在 1990 年的基础上增加 50%；更高范围的预测则为 1990 年人口的两倍，达到大约 100 亿人。95% 的新增人口将在现在的发展中国家。

虽然自 1970 年代以来人口增长率已经开始下降，据预测还将持续下降，但（更大人口数量中的更小的一个百分数）在未来几十年中，世界人口的净增数量将保持在每年 6 千万人以上。⁹

这样的人口增长提出了我们能否喂饱地球这样一个问题。农业的生产能力还能满足额外 20 亿、30 亿和 40 亿人的需要吗？我们可以从几个方面来考察这个问题。最简单的问题是，在适合农业生产的全球土地面积有限的情况下，为 80 到 100 亿人提供足够的营养，是否有可能生产出足够的谷物或食物产品。最困难的问题是，是否有可能满足日益增长的人均需求，包括对“奢侈”食品和以肉为中心的饮食。

在以国家和全球计算平均食物产量足够的情况下，全球的不公平意味着营养不良和饥饿的大面积存在。经济增长有可能改善最贫穷的人们的生活标准（事实是往往不一定会这样），但经济增长也会鼓励相对富裕的人们增加人均消费。考虑到这些情况，食品消费很可能会比人口增长的更快。

增加全球食物生产要求**集约生产**（intensification of production）。这意味着每一英亩土地必须生产更高的食物产量。这一压力影响到土地和水的供应，对化肥的需求的增加，以及对土壤侵蚀、化工元素的流失、农药污染，反映了对农业扩张的实际限制。

在第 11 章，我们将更仔细地考察人口、社会不公、食品消费、食物生产和环境冲击之间的相互影响。当然，仅仅关注生产能力是不够的。资源和环境因素，以及公正问题，是应对以有限的资源供养更多人口这一挑战的集中回应。

⁹ 人口调查社（Population Reference Bureau, www.prb.org, 2009.）

除了对农业土地的需求，扩张的人口需要更多的城市、居住和工业发展的空间。这些需求将会趋向于侵占农田、森林和自然生态系统。人口对土地的压力在一些国家是尖锐的，如在印度（每平方英里 794 人）或孟加拉（每平方英里 2322 人）。在人口密度较低的区域，如美国（每平方英里 74 人），随着郊区发展对农地和自然区域的压力，以及是大规模农业还是林业和野生保护之间的持续争论，土地使用一直是环境问题的中心。

增长着的资源使用

资源使用问题也是围绕着将来的人口和经济增长问题。1972 年《增长的极限》报告最初的争论强调关键的不可更新资源（nonrenewable resources）的有限供给，例如金属矿石和其他矿藏。自那以后，争论的焦点发生了转变。对增长极限持悲观立场的批评者指出，新资源的发现、新的开发技术和可替代资源的发展，以及资源循环的充分发展，都在扩大资源使用的范围。随着食物的供给，真实的问题不太可能是绝对的极限，而可能是提高资源回收（resource recovery）（采矿或获取资源为经济使用）对环境的冲击。

例如，采矿对环境的危害是众所周知的。如果在人口增长的同时，全球消费者对钢材需求的“平均”水平达到目前美国的消费水平，同时世界人口也在增加，对矿石的需求将急剧上升。丰富的矿石储藏在地壳有待开发 - 但其环境成本是多少？

公共的感觉和经济理论告诉我们，最好的矿石将首先被开采。¹⁰随着我们返回开采较低质量的矿石，加工金属所需的能源，以及相关的工业废弃物将稳步增加。我们目前的采矿已经在地球上留下了累累伤痕和受污染的水源 - 我们将如何对付将来更大冲击的需求？

增长着的能源使用

¹⁰ 第 12 章将详细解释不可更新资源的经济理论。

资源使用的扩张，像农业产出扩张一样，依赖于能源的供给。能源对经济活动和生命本身都是至关重要的，它使得其他所有资源的使用成为可能。因此，能源问题是特别的重要。19 世纪经济发展主要依赖煤炭，20 世纪的发展主要依赖石油。我们现在对化石能源资源的严重依赖（发达经济能源使用的 85% 以上）造成了 21 世纪经济的主要问题。

这些问题部分来自化石能源的有限供给。目前已知的石油和天然气储量在 50 年内大部分将被消耗。煤炭储量可以维持更长的时间 - 但煤炭在所有化石能源中“最脏”。煤炭、石油和天然气的燃烧都增加地面上的空气污染和全球二氧化碳排放，这是全球气候变化的重要原因。

据预测，未来 40 年的人口增加和生活标准的提高将要求对能源的使用有显著的增长。¹¹污染较少的新能源、以及发达国家减少人均能源使用看来是主要的。替代能源转变的经济学将在第 13 章中讨论。

在退化的资源

世界范围内对**可更新资源**（renewable resources）如森林和渔业的压力已经变得日益明显。**可更新资源的过度收获**（over-harvesting of renewable resources）已经引起严重的环境损失。在过去几十年，森林覆盖率下降，特别是热带雨林快速消失。¹²在多年稳定增长以后，全球渔业捕获量接近最大产量，主要的渔场开始下降。

自然资源的开发也会引起物种消失的增加，导致未知的生态危害和后代人自然“遗产”的减少。很清楚，这些压力只会增加对正在增长的食品、燃料、木制品和纤维的需求。

¹¹ 正如我们已经注意到的，自二战以来，能源的使用已经增加了三倍。2%的能源使用增长率，仅仅只能保持跟上人口增长的速度，足以使能源使用在未来 35 年再翻一番。特别是在发展中国家，能源使用更可能至少以每年 4%速度增加以支持经济增长。

¹² 世界资源研究所，2003，数据表 10：森林、草地和干旱地区。

在第 4 章将看到，经济理论对这种过度收获现象提供了解释。给出解决的办法更加困难。这样的解决方案肯定需要观念的转变，从把森林和渔场作为不受限制的**开放资源**（open-access resources）转变为**全球共有**（global common）资源的组成部分（“共有”指不属于私人所有并为社会利用的资源）。未来的经济发展不能简单地利用“免费”资源，像尚未开发的土地和开放的海洋，而必须对生态极限进行调整。在某些情况下，私有产权能激励个人所有者保护资源，其他的情况则要求发展有效的区域和全球共有财产管理政策。

污染

经济增长也会导致**累积性污染物**（cumulative pollutants）（不随时间消散或降解的污染物）、有毒和放射性废弃物数量增加的问题。控制排放是传统污染政策的焦点，但在处理这些更加隐蔽的问题时其使用受到限制。当我们处理累积性污染物例如**氯氟烃**（CFCs）、**有机氯**如 DDT、或放射性废弃物，我们必须设法解决先前所有的污染和废弃产品，以及考虑到现在的活动会如何影响到将来的环境。这极大地使成本与收益的经济评估复杂化。

没有累积性的空气和水污染可以通过特殊的管理政策来控制。但是经济增长常常会导致这类污染物数量的增加。在控制排放的领域，技术改进持续地与消费的增长相竞赛（汽车的使用是一个最好的例子）。污染控制的经济分析为特别的排放问题提供政策措施，而**工业生态学**（industrial ecology）的新理论 - 将在第 17 章探讨 - 概括了污染产生的活动与自然环境之间的关系。

经济增长的生态途径与环境

回顾 21 世纪面临的这些主要环境和资源问题的挑战，并不必要地倾向“乐观主义”或“悲观主义”的立场。确实，这些特殊的术语有可能使人误入歧

途。虽然分析者之间对环境问题的合适应对办法存在着巨大的差别，但就全球环境和资源问题的重要性几乎没有争论。就像我们将会看到的，强调经济系统适应能力和生物物理问题的生态评估这两种市场倾向的方法，在制定相应的政策中都扮演着重要的角色。

第 10-18 章将更为详细的关注这些问题。虽然在每一种情况下，具体的政策只可能处理单个问题，但这些问题有一个共同要求，需要一种不同以往的经济分析，在这种分析中，对全球资源和环境的考虑被置于比以前更为突出的位置。

在处理生产、就业和产出增长基本经济问题的时候，不要把环境问题作为事后的结果来看待，我们的经济概念必须把环境看作生产过程的基础要素。经济生产当然总是依赖于环境的，但是经济活动的规模导致不同的环境情况出现。只要人类的经济活动保持在相对于生态系统来说较小的规模，我们就可以使用经济理论来分析生产和消费而不用考虑他们的环境影响。现在，经济生产引起如此广泛的环境影响，我们必须把经济观点和环境结合起来考察。

如果采用一种更宽广的分析视野，我们必须把经济活动的目标适应于实际的生态条件。传统上，经济活动的主要目标一直被看作是增加生产和提高人均消费水平。但在前面所提到的许多方面，这些目标对经济系统的环境可持续性（environment sustainability）造成了威胁。随着人口和环境压力的增加，我们选择达到的目标和方法都必须修改。

可持续发展（sustainable development）- 没有损害全球生态系统和耗竭主要资源的前提下满足人类需要的经济发展 - 的理论强调平衡经济和环境目标。有人抱怨可持续发展只是没有具体内容的空话；有的人则轻易地把“可持续”这一术语表示仅仅稍加改动的传统经济增长。然而，需要重新定义经济目标的概念体系的确已经出现。¹³

¹³ 可持续发展领域的理论和实践的新回顾，见 Harris et al., 2001.

可持续发展

回想以人均 GDP 定义的标准经济增长观，这意味着 GDP 增长必须快于人口增长。可持续发展提出不同的衡量方式。产品和服务的增长肯定是合意结果的组成部分，但是，维持经济的生态基础同样重要 - 肥沃的土壤、自然生态系统、森林、渔业和水系统。

在第 8 章将会看到，修改国民收入核算将把这些因素纳入核算账户。即使如此，可持续发展的含义比仅仅是不同的核算标准还要多。它也预示着对生产和消费的不同分析。

与标准经济增长观念相对的可持续发展

从生产的角度上说，区别可更新资源和不可更新资源是重要的。每个经济体都必然要利用一些不可更新资源，而可持续发展意味着保护和循环使用这些资源，并更大程度地依赖于可更新资源。从消费的角度上说，有必要划分想要与需要之间的重要区别。相比较以“美元投票”指挥市场和决定生产什么产品的标准经济学范式，可持续发展优先考虑把基本需要放在奢侈产品之前。¹⁴

与标准经济增长理论相对，可持续性意味着对宏观经济规模 (macroeconomic scale) 的限制。不仅是对通向无限未来的预测增长率，经济规模的最高水平必然是建立在该地区 (最终是地球) 的承载力 (carrying capacity) 这一基础之上。这反过来又意味着，超过承载力的最大人口规模 - 在可供使用的自然资源基础上的人口和消费水平 - 则生活水平必然下降。¹⁵

¹⁴ “基本需求”与发展的关系，首先由 Streeten 等人提出 (1981)，后来 Stewart (1985), Sen (2000), 和 UNDP (1990-2004) 作了进一步发展。

¹⁵ 见 Daly, 1991 和 1996, 关于宏观经济规模的极限。

人口和可持续发展

人口作为一个限制经济增长的关键变量，与发展中国家和目前的工业化国家都有密切联系。对具有较高人口增长率的发展中国家，意味着限制人口增长是成功发展的关键要素。

对于工业化国家，人口的作用不同。在欧洲许多国家和日本，人口已经稳定，对于德国和俄罗斯这些国家，所关注的问题已经转移到开始显现的人口下降形式。然而，人口在美国的增加对全国和全球生态系统产生了持续的压力。尽管美国的人口增长率比许多发展中国家低很多（每年 0.6%，相反在拉丁美洲、非洲和亚洲的大多数国家为 2-3%），很高的美国人均消费水平意味着每增加一个美国居民，将增加几倍于，例如增加一个居民的印度，额外的资源需求。

这意味着人口政策必须是可持续发展的一个基本要素。人口政策必须包括教育、社会政策、经济政策和包括获得避孕器具在内的健康医疗等部分，这常常会导致宗教或社会民德的冲突。这些棘手的领域，在标准经济发展模型中很少予以考虑，但对可持续发展确是至关重要的。

农业和可持续发展

当考察农业生产系统的时候，尽可能依靠可更新资源的总原则与标准农业“现代化”相对立。现代食物生产依赖于**集约投入农业**（input-intensive agriculture），这意味着严重依赖额外的化肥、农药、灌溉用水和机械化。所有这一切反过来又依赖于化石能源。主要依靠太阳能、动物能和人类劳动的传统农业，其产量总体上比现代农业低。

可持续农业（sustainable agriculture）的概念把传统农业的要素和现代农业的技术结合在一起。它强调最大地利用可更新资源，如作物废弃物、动物粪肥、以及作物轮作、不同作物的间作、农林业、有效灌溉、最低耕作技术，害虫综合防治（第 11 章讨论）。这种形式的农业，其产量能否达到集

约投入技术达到的产量，还是一个公开讨论的问题。但是，这种农业对环境的危害较小，甚至有利于环境。

能源和可持续发展

一个相似的问题是，**可更新能源**（renewable energy source）（包括**太阳能**（solar energy））是否有能力替代对化石能源的依赖。挑战是果敢的，因为在工业化国家，可更新能源的供给不到 10%。这种情况不同于发展中国家，发展中国家目前大部分的能源供应来自**生物量**（biomass）（木材、植物和动物废弃物）。因此，有效使用生物量和保护森林资源在能源政策中起重要作用。太阳能、风能和生物能源系统上的技术进步降低了这些可更新资源的价格，他们将来发展的潜力在发达国家和发展中国家都是巨大的。

一个常被忽视的、潜力巨大的方面是避免浪费和改进效率 - 据有关的估计，通过这些技术，发达国家可以减少其能源使用的 30%，而对其生活标准的影响很小甚至没有影响。¹⁶传统上对**能源供给扩张**（energy supply augmentation）（如修建新电站）的重视，可能会转而强调**需求方面的管理**（demand-side management）（增加效率和减少能源消耗）。

由于工业化国家现在占了全世界四分之三的能源使用（只有四分之一的人口），发展中国家能源消费的增长有可能由富裕国家能源使用的减少所抵消。全球气候政策协商（第 18 章讨论）建议，这样的交换对减少人类对世界气候的影响是必要的。

自然资源的可持续管理

可持续自然资源管理（sustainable natural resource management）表示经济和生态观念的结合。自然资源管理的经济理论，第 14 和 15 章讨论，显示

¹⁶ 见，政府间气候变化论坛（IPCC），2001，第 3 章，“减排温室气体的技术和经济潜力”；美国国会关于有效能源经济的网站，<http://www.aceee.org>。

很多资源管理系统，如森林和渔场如何导致资源损耗甚至灭绝。适当的激励和制度有可能促进可持续管理。然而，现在世界上的许多渔业和森林管理系统远不是可持续的。

在工业污染管理领域，标准经济学方法是通过分析各种方式的污染控制的成本和收益，以确定经济上最优的政策。这种方法有其优点，第 16 章将作全面的考察，但对可持续性来说，这是不够的。最好的污染控制政策，也可能随着产生污染的活动的增加而被淹没，特别是产生累积性污染物的活动。

因此，注意力开始集中到工业生态学的新概念，这是一个更综合的污染控制的方法。这一方法使用类似自然生态系统承载力的概念来循环其废弃物，把工业系统作为一个整体来分析，寻求污染物最小化或者避免污染物，并最大化循环利用资源的途径。工业生态学技术的应用，在第 17 章中讨论，对在拉丁美洲、亚洲和非洲重建现有的工业体系和经济发展都有潜力。

在所有这些领域，可持续发展提供了一个不同于标准经济学方法的新的理论范式 (theoretical paradigm)。由于早期制定经济政策较少考虑到环境影响，全球的现实情况已经彻底发生了变化，出现新的思想范式是必然而有效的。

沿着这样的逻辑，我们大致可以区分出三个经济历史时期。在工业化以前的时期，人口的数量和经济活动相对稳定，对地球生态系统的需求有限。过去的二百年，快速的工业和人口增长，经济增长日益对环境产生冲击。这个过程并不是始终如一的，在某些情况下，技术的改进和变化着的工业形式减少了污染和资源需求。然而，已经讨论过的日益增加的压力意示着我们正在进入第三个时期，在这个时期，人口增长和经济活动必须与生态承载能力相一致。

在第二部分中标准经济理论的经济分析工具和第三部分提出的方法，是对经济增长的生态极限问题的回应。这两方面的结合为处理环境与经济之间相互关系的多方面问题提供了有力的分析技术。

总结

经济增长反映了人口和人均 GDP 的增长。这一增长依赖于资本存量的增长和技术进步，以及能源、自然资源和环境吸收废弃物能力的增长。

人口、工业产出、资源、和环境污染之间关系的简化模型展示不受限制的经济增长将导致资源的耗竭、污染增加以及经济系统和生态系统的最终崩溃。然而，这样的模型依赖于对模型中变量的反馈类型和技术进步的假设。更乐观的观点考虑提高效率、污染控制和转换到可替换的、更可持续的技术。

20 世纪下半叶，前所未闻的增长率大致使人口翻了一番，农业产量增加了两倍，世界的 GDP 和能源使用量增加了三倍。持续的人口和经济增长在 21 世纪上半叶对环境和资源有更大的需求。食物生产、不可更新资源的恢复、能源供应、大气污染、有毒废弃物和可更新资源管理都是需要仔细分析并提出政策解决的主要问题。另外，经济增长的性质本身也要适应环境和资源的限制。

可持续发展的理念是要努力把经济和环境目标结合起来。农业生产、能源使用、自然资源管理和工业生产的可持续技术有巨大的潜力，但还没有被广泛采用。可持续的全球经济也意味着对人口和物质消耗的限制。经济活动的可持续性问题已经成为主要的问题，在将来几十年还将更加重要。

关键词和概念

环境的吸收能力 (absorptive capacity of the environment)

生物量 (biomass)
资本存量 (capital stock)
承载力 (carrying capacity)
积累型污染物 (cumulative pollutants)
需求方管理 (demand-side management)
能源供给增加 (energy supply augmentation)
全球气候变化 (global climate change)
全球共有品 (global commons)
GDP 增长率 (GDP growth rate)
国内生产总值 (gross domestic product (GDP))
工业生态学 (industrial ecology)
密集投入型农业 (input-intensive agriculture)
生产强化 (intensification of production)
宏观经济规模 (macroeconomic scale)
自然资本 (natural capital)
名义 GDP (nominal GDP)
不可更新资源 (nonrenewable resources)
公开的资源 (open-access resources)
过度开采可更新资源 (over-harvesting of renewable resources)
人均 GDP 的增长率 (per capita GDP growth rate)
污染的增长率 (population growth rate)
人口冲击 (population momentum)
人均生产率 (productivity per capita)
真实 GDP (real GDP)
可更新的能源来源 (renewable energy sources)
可更新资源 (renewable resources)
资源开采 (resource recovery)
太阳能 (solar energy)
可持续农业 (sustainable agriculture)
可持续发展 (sustainable development)

可持续自然资源管理 (sustainable natural resource management)

技术创新 (technological innovation)

理论范式 (theoretical paradigm)

讨论

- 1、能够肯定地说历史事实与马尔萨斯人口假说不符吗？哪些主要的因素使马尔萨斯假说不成立？今天，这个假说如何才能继续适用？
- 2、过去几十年里，人们担心石油和天然气将被用尽。石油仍能满足当前的需要，但是一些不是很重要的资源已经出现短缺。这种担忧是否被夸大了呢？在结合过去的经验和未来的预期的情况下，我们如何评估这种情况呢？
- 3、生活标准的提高必定意味着更多的消费吗？是否可以预想未来会消费更多的商品，自然资源将减少？假如这会发生，是否意味着经济最终将不会增长？例如，对于美国人和印度人，对这些问题的预期是否会不同呢？

参考文献

Daly, Herman E. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. (Boston: Beacon Press, 1996).

Daly, Herman E. "Elements of Environmental Macroeconomics," in Robert Costanza ed., *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. (New York, Columbia University Press, 1991).

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database, 2004.

Harris, Jonathan M., Timothy A. Wise, Kevin Gallagher, and Neva R. Goodwin. eds. *A Survey of Sustainable Development*. Washington, D.C.: Island Press, 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2001: Mitigation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.

Malthus, Thomas Robert. *Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society*. Original publication 1798.

Meadows, Donella H. et al. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1972.

Meadows, Donella et al. *Beyond The Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Publishing Co., 1992.

Population Reference Bureau, *2004 World Population Data Sheet*. Washington, D.C.: Population Reference Bureau, 2004.

Sen, Amartya. *Development as Freedom*. New York: Alfred A. Knopf, 2000.

Stewart, Frances. *Basic Needs in Developing Countries*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

Streeten, Paul et al. *First Things First: Meeting Basic Needs in Developing Countries*. New York: Oxford University Press, 1981.

United Nations Development Programme (UNDP). *Human Development Report 1990-2000*. New York: Oxford University Press, 1990-2000.

United States Department of Energy, *International Energy Outlook*. Energy Information Administration, 2004.

World Bank. *World Development Report 1992: Development and the Environment*. (New York, Oxford University Press, 1992).

World Bank. *World Development Report 1998/1999: Knowledge for Development*. (New York: Oxford University Press, 1999).

World Resources Institute, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, and the World Bank. *World Resources 2002-2004: Decisions for the Earth: Balance, Voice, and Power*. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2003.

网站

1. <http://www.iisd.org/> - 国际可持续发展研究所网页，这是一个综合研究全球环境管理与经济发展政策的组织。
2. <http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/webpages/homepage> - 国家环境经济学中心网站，这是美国环境保护局的一个部门，它实施和指导环境经济学的研究。该网站连接许多研究报告。
3. <http://ase.tufts.edu/gdae/> - 塔夫斯大学全球发展和环境研究所网站，“它致力于促进社会如何能以环境和社会可持续发展的方式实现其经济目标的新理念”。该网站包括许多研究出版物。
4. <http://www.wri.org/> - 世界资源研究所网站，该网站提供每两年一次的出版物《世界资源》，以及关于全球资源和环境问题的大量报告与数据。